

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

SEDE QUITO

CARRERA:

INGENIERÍA EN BIOTECNOLOGÍA DE LOS RECURSOS NATURALES

TEMA:

INFLUENCIA DE LA INGESTA DE GRASAS COMO SUPLEMENTO ALIMENTICIO
SOBRE LA CALIDAD COMPOSICIONAL DE LA LECHE BOVINA.

AUTORES:

JOHANNA ALEXANDRA ANDRADE ANDRADE

MARCO VINICIO PONCE ANATOA

TUTOR:

NANCY FABIOLA BONIFAZ GARCÍA

Quito, enero 2020

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Nosotros, Johanna Alexandra Andrade Andrade, con documento de identificación N° 1003977483 y Marco Vinicio Ponce Anatoa, con documento de identificación N° 1723502009.

Manifestamos nuestra voluntad y cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del trabajo de titulación intitulado: “INFLUENCIA DE LA INGESTA DE GRASAS COMO SUPLEMENTO ALIMENTICIO SOBRE LA CALIDAD COMPOSICIONAL DE LA LECHE BOVINA”, mismo que ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniería en Biotecnología de los Recursos Naturales, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En aplicación a lo determinado en la Ley de Propiedad Intelectual, en nuestra condición de autores nos reservamos los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia, suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

.....
Nombre: Johanna Andrade
Cédula: 1003977483
Fecha: 27 de enero de 2020

.....
Nombre: Marco Ponce
Cédula: 1723502009
Fecha: 27 de enero de 2020

Declaratoria de coautoría de la docente tutora

Yo declaro que bajo mi dirección y asesoría fue desarrollado el trabajo de titulación,
**"INFLUENCIA DE LA INGESTA DE GRASAS COMO SUPLEMENTO
ALIMENTICIO SOBRE LA CALIDAD COMPOSICIONAL DE LA LECHE
BOVINA"** realizado por Johanna Alexandra Andrade Andrade y Marco Vinicio Ponce
Anatoa, obteniendo un producto que cumple con todos los requisitos estipulados por la
Universidad Politécnica Salesiana, para ser considerados como trabajo final de titulación.

Quito, enero 2020



Dra. Nancy Fabiola Bonifaz García

C.I: 060208511-0

Dedicatoria

A mis padres, Hugo y Carmita, por ser un ejemplo de cariño, comprensión y perseverancia, por apoyarme en cada momento de mi vida, por toda la confianza y el amor brindado.

A mi hermana Nathaly, por estar siempre a mi lado, por todo el cariño y momentos compartidos.

A mis abuelitos Olga (†), Enrique, Guillermina (†) y Rafael (†), de quienes siempre llevaré su luz, bondad y valentía en mi corazón.

Johanna Andrade

A mi padre Marco. Por creer en mí, siempre guiándome por el camino correcto, ha sido un ejemplo en mi vida y el impulso que necesitaba para salir de las adversidades.

A mi madre Consuelo. Con su paciencia y esfuerzo me ha permitido alcanzar esta meta.

A mi hermana Lisseth. Por su cariño y apoyo incondicional brindado en este proceso.

Marco Ponce

Agradecimientos

Al grupo de investigación NUNKUI WAKAN, al Laboratorio de Calidad de Leche del Centro de Apoyo Cayambe y al Laboratorio de Ciencias de la Vida de la carrera de Biotecnología de la UPS por permitirnos el uso de sus instalaciones para la ejecución y desarrollo de este proyecto de investigación.

A nuestra tutora Dra. Nancy Bonifaz por su dedicación, paciencia, tiempo, por compartir su conocimiento y guiarnos para la culminación del trabajo de titulación.

A los docentes que contribuyeron de una u otra manera en el desarrollo de esta investigación: con gratitud a los profesores PhD. Paco Noriega, MSc. Janss Beltrán, MSc. Carina Hidalgo.

Un agradecimiento especial al Ing. Francisco Gutiérrez docente de la Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad Central del Ecuador por el apoyo científico y logístico para el desarrollo de esta investigación.

A todos nuestros amigos y compañeros quienes de una u otra forma participaron para que logremos el presente éxito profesional, gracias por los momentos compartidos, las palabras de apoyo y por todo el cariño brindado.

Resumen

Evaluar la calidad de la leche es de vital importancia para el sector ganadero del país, con ello se evidencian los parámetros a mejorar en cuanto a la alimentación y suplementación del ganado bovino. En la presente investigación se buscó determinar la influencia de la ingesta de grasas como suplemento alimenticio sobre la calidad composicional de la leche bovina, para lo cual se utilizó el análisis de espectrofotometría infrarroja. También se analizó el perfil de ácidos grasos y la influencia de los suplementos en estos, para ello se utilizó un análisis de cromatografía de gases acoplado a espectrometría de masas (GC-MS). El estudio se desarrolló en la hacienda “La Morita” perteneciente a la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad Central del Ecuador, ubicada en la parroquia Tumbaco del cantón Quito. Dentro de la calidad composicional, el único parámetro que presentó diferencia significativa fue la lactosa, en el tratamiento G0 (testigo) en la semana S2, con una media de 4,67 g/100 mL. Dentro del perfil de ácidos grasos se identificó Omega 3, Omega 6 y Omega 9, mismos que tienen relevancia en el estudio debido a su importancia nutricional para el consumidor; existiendo una relación positiva entre el tratamiento G3 (aceite de soya) con Omega 3 (98 %) y Omega 9 (97 %), también se evidenció que existe una relación positiva entre el tratamiento G2 (grasa by-pass) y el Ω 6 con un porcentaje de 89 %.

Palabras clave: leche bovina, alimentación, ácidos grasos

Abstract

Assess the quality of milk is vital to the livestock sector of the country, this demonstrates the parameters to improve in terms of feeding and supplementation of cattle. In this investigation, we were looking to determinate the influence of fat intake as a dietary supplement on the compositional quality of bovine milk, where the infrared spectrophotometry analysis was used. The fatty acid profile and the influence of the supplements on these were also analyzed, where a gas chromatography analysis coupled to a mass spectrometry (GC-MS) was used. The study was carried out in the "La Morita" farm, which is part of the Faculty of Agronomic Sciences of the Central University of Ecuador, located in Tumbaco, parish of the Quito canton. The only parameter that presented a significant difference in the compositional quality was lactose, in the G0 (control) treatment in the S2 week, with a measure of 4,67 g/100 mL. Omega- Ω 3, Omega- Ω 6 and Omega- Ω 9 were identified in the fatty acids profile, which are relevant in the analysis due to their nutritional importance; where the treatment between G3 (soybean oil) and Ω s 3 (98 %) and 9 (97 %) has a positive relation, it is also evident the treatment between G2 (by-pass fat) and Ω 6 has a positive relation too with a percent of 89 %.

Keywords: Bovine milk, feeding, fatty acids

Índice de Contenido

Capítulo 1. Marco Conceptual	4
1.1 Ácidos grasos.....	4
1.2 Tipos de ácidos grasos.....	4
1.3 Ácidos grasos saturados.....	5
1.4 Ácidos grasos insaturados.	5
1.4.1 Ácido 9- cis octadecenoico (C18: 1 c9) Omega Ω-9.....	5
1.5 Ácidos grasos poliinsaturados.	6
1.5.1 Ácido 9,12,15-cis octadecatrienoico (C18:3c9 c12 c15) Omega Ω-3.....	6
1.5.2 Ácido 9,12-cis octadecadienoico (C18:2c9 c12) Omega Ω-6.....	6
1.6 Aspectos fisiológicos de las grasas o aceites.....	6
1.7 Leche.	7
1.8 Calidad composicional.	7
1.9 Composición química.	8
1.9.1 Proteína.....	9
1.9.2 Lípidos.....	10
1.9.3 Perfil de ácidos grasos.....	10
1.9.4 Vitaminas.	12
1.9.5 Minerales.....	12
1.10 Suplementos alimenticios para bovinos.	13
1.10.1 Aceite rojo de palma	13
1.10.2 Grasa By-pass.....	14
1.10.3 Aceite de soya	14
1.11 Métodos de análisis químico.	15
1.11.1 Espectrofotometría infrarroja.	15
1.11.2 Cromatografía de gases acoplado a espectrometría de masas (GC-MS).	15
Capítulo 2. Materiales y métodos.....	16
2.1 Trabajo de campo.	16
2.2 Factores de estudio.	16
2.3 Recolección de muestras.	17
2.4 Trabajo de Laboratorio.	18
2.4.1 Espectrofotometría infrarroja.	18

2.4.2	Extracción de la grasa de leche bovina.	18
2.4.3	Extracción de ácidos grasos de la grasa láctea.	18
2.4.4	Metilación de ácidos grasos.	18
2.4.5	Análisis de ácidos grasos mediante cromatografía de gases acoplado a espectrometría de masas (GC-MS)	19
2.5.	Análisis estadístico	21
2.6.	Tratamientos	21
Capítulo 3. Resultados y Discusión.....		23
3.1.	Calidad composicional de la leche bovina	23
3.1.1.	Grasa.....	23
3.1.2.	Lactosa	25
3.1.3.	Proteína.....	27
3.1.4.	Sólidos totales	29
3.2.	Perfil de Ácidos grasos por tratamiento.	34
	Perfil de Ácidos grasos por tratamiento.	34
3.3.	Ácidos grasos.....	36
3.3.1.	Omega- Ω 3	36
3.3.2.	Omega- Ω 6	37
3.3.3.	Omega- Ω 9	38
3.4.	Correlación entre el % Omega- Ω 3, % Omega- Ω 6, % Omega- Ω 9 y % Grasa láctea. ...	41
3.5.	Producción de leche y peso de las vacas.	44
Conclusiones		47
Recomendaciones		49
Bibliografía		50
Anexos.		66

Índice de Tablas

Tabla 1. Composición de la leche (%) de diferentes razas de bovinos lecheros.....	8
Tabla 2. Perfil de ácidos grasos en la leche de vaca (mg/L)..	11
Tabla 3. Vacas pertenecientes a la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad Central del Ecuador.....	17
Tabla 4. Descripción de los tratamientos en el estudio.	21
Tabla 5. Distribución de unidades experimentales por tratamiento.	22
Tabla 6. ADEVA y TUKEY para porcentaje de Grasa g/100mL.....	23
Tabla 7. ADEVA y TUKEY para porcentaje de Lactosa g/100mL.....	25
Tabla 8. ADEVA y TUKEY para porcentaje de Proteína g/100mL.....	27
Tabla 9. ADEVA y TUKEY para porcentaje de Solidos totales g/100mL.....	29
Tabla 10. Correlaciones con las variables (perfil composicional).....	31
Tabla 11. Perfil de ácidos grasos en leche de vaca por tratamiento.....	34
Tabla 12 Omega- Ω 3	36
Tabla 13 Omega- Ω 6	37
Tabla 14 Omega- Ω 9.....	38
Tabla 15 Correlación entre ácidos grasos (Omegas- Ω)	41

Índice de Figuras

Figura 1. Calidad composicional de la leche bovina, parámetro porcentaje (%) de grasa.....	24
Figura 2. Calidad composicional de la leche bovina, parámetro porcentaje (%) de lactosa.	26
Figura 3. Calidad composicional de la leche bovina, parámetro porcentaje (%) proteína.....	28
Figura 4. Calidad composicional de la leche bovina, parámetros porcentaje (%) sólidos totales..	30
Figura 5. Correlación entre tratamientos y parámetros del perfil composicional.	32
Figura 6. Correlación de Porcentajes de Omega-Ω3, Omega-Ω6 y Omega-Ω9	39
Figura 7. Correlación entre el % Omega-Ω 3, % Omega-Ω 6, % Omega-Ω 9 y % Grasa láctea. .	42
Figura 8. Producción de leche promedio por tratamiento	44
Figura 9. Pesos promedio de vacas por tratamiento.....	45

Índice de Anexos

Anexo 1. Vacas pertenecientes a la Facultad de Ciencias Agrícolas de la UCE.	66
Anexo 2. Recolección de la muestra de leche.	67
Anexo 3. Empaquetado de muestras y traslado a 6 °C.	68
Anexo 4. Cromatografo de Gases marca Bruker modelo EVOQ (GC-MS).	69
Anexo 5. Resultados de Perfil Composicional, por parte del laboratorio de Calidad de Leche Cayambe.	70
Anexo 6. Filtración de la muestra de ácidos grasos con PVDF de 0,45 µm de diámetro.	71
Anexo 7. Estándar utilizado, Supelco 37 Component FAME Mix de la marca Sigma-Aldrich.	72
Anexo 8. Software MS-Workstation de Bruker, para análisis de cromatogramas y comparación con librerías autenticadas.	73

Introducción

La producción lechera en el Ecuador todavía es deficiente en el manejo nutricional del ganado bovino, una de las razones es el escaso nivel de tecnificación (Zambrano, 2017, p. 22). En base a lo investigado por Segura (2018), existen, dificultades que debe superar el sector lechero, como la saturación del mercado nacional de los últimos años, debido al bajo promedio de consumo de los productos lácteos. A lo largo del tiempo se ha creado un sin número de mitos acerca de consumo de leche, generando una discusión referente lo bueno o lo malo que resulta para una persona el consumo de la leche (Godínez & Perez, 2017, p. 393). Por lo que es importante tener en cuenta que ningún alimento es adecuado o perjudicial por sí solo; depende de si hace parte de una dieta equilibrada, completa y variada, que incluya alimentos de todos los grupos y en las proporciones recomendadas (Huilcarema, 2019, p. 26).

Chamorro, Maryeli, y Tamayo (2016), exponen que en los últimos 3 años la economía del sector lechero se ha visto afectada debido a la sobreproducción de leche de baja calidad para exportación. Otro problema es el bajo precio al que se comercializa, ya que existen subsidios gubernamentales unificados en el país (Estrella, 2015, p. 52). El sector ganadero ha venido perdiendo interés en la exportación debido a que las grandes industrias contemplan siempre el capital y no las necesidades de los productores (Aviles, 2018). Por ello, se establece que la suplementación alimenticia del ganado bovino con grasas es vital para evaluar la calidad de la leche y así evidenciar la influencia real del consumo (Romero y Urbizo, 2017, p. 27).

Rocha (2018), menciona que leche bovina está compuesta en promedio por 87 % de agua y 13 % de sólidos lácteos, porcentajes que pueden verse modificados por influencia de varios factores tales como la raza, genética, alimentación y el medio ambiente que se le brinde al animal. Dentro de los sólidos totales tenemos proteínas, lípidos, lactosa y componentes inorgánicos (p. 312).

Generalmente la leche cruda contiene un promedio de 66,94 % de grasa saturada y un total de grasa insaturada de 3,06 % (Albán y Montenegro, 2018, p. 8). Por lo que un perfil de ácidos grasos ideal reduciría al 16,94 % la grasa saturada y aumentaría al 83,06 % la grasa insaturada, misma que es conocida por sus beneficios en la salud humana tanto a nivel de fortalecimiento cerebral como del sistema cardiovascular (Lanuza y Carvajal, 2016, p. 3).

Según Cabezas, Hernández, y Vargas (2016), las grasas componen el almacenamiento energético vital del organismo, aportan 9 Kcal/g, acarrean vitaminas liposolubles y se localizan en una variedad de alimentos crudos y elaborados. Además, forman funciones fisiológicas, inmunológicas y estructurales dentro del cuerpo humano.

Los lípidos son un grupo de biomoléculas cuyo rasgo distintivo es la falta de solubilidad en agua y la solubilidad en solventes orgánicos como benceno, cloroformo, hexano, entre otros. Estos son denominados grasas cuando se encuentran en estado sólido y aceites cuando se encuentran en estado líquido a temperatura ambiente; por lo que, reiteradamente, se usa la expresión grasas para referirse a los lípidos (Aires, Capdevila, y Segundo, 2015, p. 99).

Fuentes (2009), señala que la calidad composicional de la leche bovina en cuanto a su constitución grasa está dada por el perfil de ácidos grasos ideal, que se especifica como la presencia de un alto porcentaje de ácidos grasos insaturados en la leche. Los ácidos grasos son conocidos por sus propiedades beneficiosas como la reducción de la incidencia de la obesidad, diabetes y por sus propiedades antiinflamatorias (Schettino et al., 2018). El perfil ideal de ácidos grasos en la leche para consumo humano está definido por la siguiente composición: ácidos grasos poliinsaturados mayor a 10 %, de ácidos grasos monoinsaturados 82 % y 8 % de ácidos grasos saturados (Álvarez, 2015, p. 166).

Lo descrito anteriormente nos lleva a realizar la siguiente pregunta: ¿cómo influye la ingesta de diferentes tipos de grasas como suplemento alimenticio bovino en la obtención de un perfil de ácidos grasos ideal en la leche?

Por lo tanto, el objetivo principal de la investigación es determinar la influencia de la ingesta de grasas como suplemento alimenticio sobre la calidad composicional de la leche bovina. Además, se planteó establecer la influencia de suplementación de grasas by-pass, aceite rojo de palma y aceite de soya sobre la calidad composicional de la leche bovina, mediante análisis por espectrofotometría con infrarrojo; determinar el efecto de la suplementación de grasas by-pass, aceite rojo de palma y aceite de soya sobre el perfil de ácidos grasos; cuantificar el porcentaje de ácidos grasos en la leche bovina mediante la cromatografía de gases acoplada a masas.

Capítulo 1

Marco Conceptual

1.1 Ácidos grasos.

Para Shiel (2018), los ácidos grasos son conocidos como moléculas largas, formadas de cadenas de ácido carboxílico que se encuentran en las grasas, aceites y en las membranas celulares como un componente de fosfolípidos (el ácido carboxílico es un ácido orgánico que contiene el grupo funcional -COOH). Los ácidos grasos provienen de grasas y aceites animales y vegetales, jugando papeles fuera del cuerpo; se utilizan como lubricantes, en la cocina y la ingeniería de alimentos, y en la producción de jabones, detergentes y cosméticos (Mesa, Aguilera, y Gil, 2006, p. 31). Muchos animales no pueden sintetizar ácido linoleico (Omega-6) y el ácido alfa-linolénico (Omega-3); sin embargo, esos ácidos grasos son necesarios para los procesos celulares y la producción de otros ácidos grasos Ω -3 y Ω -6 necesarios. Por lo tanto, debido a que deben tomarse a través de la dieta, se llaman ácidos grasos esenciales (Franco, 2016, p. 4). Los ácidos grasos Ω -6 y Ω -3 derivados del ácido linoleico y el ácido alfa-linolénico, respectivamente, son necesarios condicionalmente por muchos mamíferos: se forman en el cuerpo a partir de sus ácidos grasos originales, pero no siempre a los niveles necesarios para mantener una salud óptima o desarrollo (Agustyn, 2019).

1.2 Tipos de ácidos grasos.

Los ácidos grasos son ácidos orgánicos monoenoicos, que se localizan en los lípidos, ocasionalmente libres, repetidamente esterificando al glicerol y con poca frecuencia a otros alcoholes. Usualmente se encuentran en cadena lineal y tienen átomos de carbono que se encuentran en números pares. Con relación a su estructura se clasifican en ácidos grasos saturados, insaturados y poliinsaturados (Carbajal, 2017, p. 6).

1.3 Ácidos grasos saturados.

(Fretts, Mozzafarian, y Siscovick, 2018), exponen que la síntesis de los ácidos grasos saturados (AGS) es interna, estos son vitales para varias labores fisiológicas y de estructura. Se encuentran en los lípidos de conformación lineal y cifra par de carbonos, además son fracción de los ésteres derivados del glicerol. Los ácidos de peso molecular bajo, están presentes únicamente en la palma africana y leche de coco, mientras que los de mayor peso molecular se presentan en las plantas de la familia de las leguminosas (p.763).

1.4 Ácidos grasos insaturados.

Carbajal (2017), menciona que los ácidos grasos insaturados (AGI) proceden frecuentemente del consumo de alimentos que han sufrido una reacción química de hidrogenación y son perjudiciales para la salud; pueden tener de uno a tres grupos alilo, el doble enlace apartado y con puentes de metileno que tienen disposición cis, calificada como biológicamente activa. Dentro de este grupo podemos encontrar a los ácidos grasos monoinsaturados, que se caracterizan por tener un solo doble enlace en su estructura (Valenzuela y Sanhueza, 2009).

1.4.1 Ácido 9- cis octadecenoico (C18: 1 ω) Omega Ω -9.

Desde el punto de vista nutricional este ácido graso pertenece a la familia de los ácidos grasos no esenciales, debido a que pueden ser formados por los organismos animales. Esto se debe a que posee el primer doble enlace en el carbono 9 y el cuerpo humano puede formar una insaturación en esa posición (Valenzuela y Nieto, 2013, p. 150).

Dentro del cuerpo humano cumple funciones fisiológicas de importancia, ya que participa como inhibidor de la síntesis de colesterol LDL y también forma parte de la membrana protectora de los glóbulos rojos (Rodríguez, Tovar, Del Prado, y Torres, 2015, p. 460).

1.5 Ácidos grasos poliinsaturados.

Los ácidos grasos poliinsaturados son considerados ácidos grasos esenciales (AGE) porque el organismo los requiere para su normal funcionamiento y no se pueden sintetizar endógenamente (Valenzuela, Tapia, González, y Valenela, 2017, p. 356). Dentro de ellos tenemos:

1.5.1 Ácido 9,12,15-cis octadecatrienoico (C18:3_{c9 c12 c15}) Omega Ω-3.

Calder, Montori, y Zibha (2015), indican que dentro del grupo de los Ω-3, los más relevantes en la dieta son el ácido docosahexaenoico (DHA) y el ácido icosapentaenoico (EPA). El DHA, así como el EPA se sintetizan de forma interna y cumplen funciones vitales en el organismo.

EPA es un ácido graso importante en la regulación de las funciones cerebrales y la síntesis de las prostaglandinas. Puede transformarse en DHA de manera fácil, si es necesario (Valenzuela, Tapia, González, y Valenzuela, 2011, p. 358).

DHA es un ácido graso de vital importancia en la estructura celular, ya que constituye una parte de las membranas celulares y es significativo para la formación de los órganos de la visión durante la gestación (Torres, Ortega, Rojas, Betancour, y Leal, 2017, p. 6).

1.5.2 Ácido 9,12-cis octadecadienoico (C18:2_{c9 c12}) Omega Ω-6.

En el cuerpo humano, específicamente el ácido linoleico, se alarga y forma el ácido araquidónico, que se incorpora a las células y a las membranas de las células ofreciendo un soporte estructural. También se lo puede encontrar en órganos vitales como el cerebro, los ojos y los riñones y es parte importante de la señalización celular (Gómez-Cortés et al., 2019).

1.6 Aspectos fisiológicos de las grasas o aceites.

Según Aires, (2015), para las células, los ácidos grasos sirven como fuente energética a excepción de las células nerviosas y los eritrocitos. En función de las necesidades energéticas, pueden ser

usados a corto plazo de manera inmediata o almacenarse en los adipocitos en forma de ésteres derivados del glicerol para su uso a largo plazo (Chamorro et al., 2016, p. 35). Los ácidos grasos están formados por ésteres derivados del glicerol. En el comienzo de la digestión se empiezan a descomponer por acción de enzimas que se encuentran en la saliva, se alcanza una hidrólisis incompleta de los ésteres derivados del glicerol y absorben parte de los ácidos grasos de cadena media y corta (Salas, Romero, y Villarino, 2015, p. 1480). A causa del movimiento de los ácidos grasos en el estómago, se consiguen disoluciones que al pasar al intestino delgado y combinarse con la bilis y la lipasa pancreática ayudan al proceso de digestión y filtración en el intestino delgado (Cabezas et al., 2016, p. 763).

1.7 Leche.

Según el INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN 9:2012 (2012), se define como un producto de la secreción mamaria normal de animales bovinos lecheros sanos, obtenida mediante uno o más ordeños diarios, higiénicos, completos e ininterrumpidos, sin ningún tipo de adición o extracción, destinada a un tratamiento posterior previo a su consumo (p.1).

1.8 Calidad composicional.

Según González, Molina, y Coca (2010), existe una uniformidad en la composición de la leche, cuando se compara una vaca de la misma raza sometida a dieta semejante. Sin embargo, los valores medios varían considerablemente entre vacas de diferentes razas, como se observa en la Tabla 1.

Tabla 1.

Composición de la leche porcentaje (%) de diferentes razas de bovinos lecheros.

Raza	Grasa	Proteína	Lactosa	Cenizas
Ayrshire	4,00	3,53	4,67	0,68
Guernsey	4,95	3,91	4,93	0,74
Holstein F	3,40	3,32	4,87	0,68
Jersey	5,37	3,92	4,93	0,71
Suizo Pardo	4,01	3,61	5,04	0,73

Fuente: (González *et al.*, 2010)

Las características más importantes de la leche son su variabilidad, alterabilidad y complejidad. En cuanto a la variabilidad, desde el punto de vista composicional, no es posible hablar de una leche sino de leches debido a las diferencias naturales entre especies o para una misma especie según la región o lugar de origen (Wiking *et al.*, 2017, p. 25).

1.9 Composición química.

La Agencia Ecuatoriana de Aseguramiento de la Calidad del Agro (2004), establece que la leche es una combinación compleja de distintas sustancias, que se encuentran en forma de emulsión o suspensión y otras mezclas homogéneas, es una fuente importante de energía alimentaria, proteínas de alta calidad y grasas. Contiene vitaminas, calcio, magnesio, selenio, riboflavina, vitamina B12, ácido pantoténico y sustancias de importancia nutricional (p.16).

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura - FAO (2019), describe que la especie del bovino, su raza, edad y dieta, junto con el estado de lactancia, el número de

pariciones, el sistema agrícola, el entorno físico y la estación del año, influyen en el color, sabor y composición de la leche.

1.9.1 Proteína.

Según Rivera et al. (2015), el contenido de proteína en la leche varía desde 3,5 % a 3,9 %. La “proteína láctea” es una combinación de cuantiosas porciones proteicas distintas y de masa atómica diferente. Las proteínas se distribuyen en dos considerables grupos: proteínas séricas (20 %) y caseínas (80 %) (p. 8).

Una de las proteínas que se encuentra en más cantidad es la caseína, además es la más distintiva de la leche por no hallarse en otros alimentos, se puede encontrar tres grupos de caseínas (α , β y Kapa caseína), adicionalmente se encuentran proteínas como la globulina y la albúmina. La importancia biológica de la caseína en la nutrición, se debe a su contenido en aminoácidos esenciales que se aíslan de la parte líquida, gracias a la actividad enzimática de la renina o la quimiocina (Agudelo y Bedoya, 2015, p. 39).

La segunda proteína más importante la leche es la albúmina, encontrándose en una cantidad estimada de 0,5 %. Las albúminas se alteran fácilmente con la acción del calor, a diferencia de la caseína que es comparativamente inalterable al aumento de temperatura. Por ello, mientras se da el incremento de temperaturas se desnaturaliza una parte significativa de la albúmina (Torres, 2018). Las proteínas de la leche conocidas como globulinas, tienen alto peso molecular y constituyen parte de las células que se encuentran en formación dentro de la sangre. Son las proteínas que más variaciones presentan durante el período de lactancia, con rangos que van desde el 9 % al 16 % del total de la proteína, que es el límite al que se puede llegar en el calostro, disminuyendo hasta un porcentaje menor en las etapas finales de la lactación (Zambrano, 2017, p. 6).

1.9.2 Lípidos.

Schettino et al. (2018), señala que la grasa que se encuentra en la leche se sintetiza en su mayoría en las células secretoras de la glándula mamaria y forma parte del 3 % de la leche; se presenta en forma de emulsiones o suspensiones en glóbulos microscópicos, los mismos que cuentan con dimensiones que varían de 0,1 a 0,22 μm de diámetro, estos se encuentran envueltos por una capa de fosfolípidos que impide que la grasa se agrupe y pueda aislarse de la porción líquida (p.2).

La inclusión de grasa en la dieta animal conlleva aspectos positivos, ya que es fuente de fosfolípidos, que son lípidos compuestos de glicerol, en la posición 1 y 2 están esterificados por ácidos grasos de cadena larga y en la posición 3 por ácido fosfórico y una base nitrogenada (National Research Council, 1981).

Depende de la base nitrogenada de la posición 3 de los fosfolípidos para la síntesis de compuestos de la membrana plasmática, encargados de transportar lípidos. Si la base nitrogenada es colina, se forma lecitina y cuando la base es etanolamina se forma cefalina (Department of Agriculture from Northern Ireland, 1975).

1.9.3 Perfil de ácidos grasos.

Ureña (2015), indica que casi todos los lípidos que surgen del rumen son ácidos grasos saturados (85-90 %), estos se encuentran en forma de ácidos palmítico y esteárico, unidos a partes de alimentos, microorganismos y fosfolípidos microbianos (10-15 %).

La composición general de los ácidos grasos que contiene la leche cruda de vaca debe ir en función de la Tabla 2.

Tabla 2.

Perfil de ácidos grasos en la leche de vaca (mg/L).

Nombre	Fórmula	Tipo	(mg/L)
Ácido hexanoico	C6:0	Saturado	81,53
Ácido octanoico	C8:0	Saturado	81,53
Ácido 4-cis decenoico	C10: 1cis 4	Insaturado	81,53
Ácido decanoico	C10:0	Saturado	8,64
Ácido dodecanoico	C12:0	Saturado	3,93
Ácido tridecanoico	C13:0	Saturado	1,14
Ácido tetradecanoico	C14:0	Saturado	0,82
Ácido pentadecanoico	C15:0	Saturado	0,82
Ácido 9-cis hexadecenoico	C16: 1 cis 9	Insaturado	81,53
Ácido hexadecenoico	C16: 0	Saturado	0,37
Ácido 9,12,15-cis octadecatrienoico	C18: 3	Insaturado	0,04
Ácido 9,12-cis octadecadienoico	C18:2	Insaturado	3,71
Ácido 9-cis octadecenoico	C18: 1 cis 9	Insaturado	81,53
Ácido octadecanoico	C18: 0	Saturado	0,47

Fuente: (Patiño, Létora, Villordo, Valenzuela, y Sánchez, 2017)

1.9.4 Vitaminas.

Entre las vitaminas con las que cuenta la leche se tiene a la A, B1, B2, B6, B12, C, D, E y K, además de carotenos, biotina, nicotinamida y ácido fólico; las concentraciones de estas pueden tener grandes variaciones. El calostro contiene una abundante cantidad de vitaminas, consta de 5 a 7 veces más vitamina C y de 3 a 5 veces más vitaminas B2, D y E que la leche normal (Valenzuela et al., 2017, p. 358).

Por su parte Mojica, Castro, Carulla, y Lascano (2019), señalan que la vitamina E incrementa en un 10 % en estaciones en que los bovinos tienen acceso a pastos más comunes, lo cual probablemente está relacionado a un mayor contenido de grasa en la leche durante el verano. En general, el contenido de las vitaminas hidrosolubles es constante. La vitamina C presenta variaciones en su concentración dependiendo de la alimentación de los animales (p.3).

1.9.5 Minerales.

Altenhofer et al.(2014), exponen que dentro de los principales minerales se encuentran; yoduros, fósforo, cobalto, magnesio, manganeso, sodio, potasio, calcio, hierro, cobre, fluoruros; también, se toma en cuenta la presencia de otros en menor cantidad, como el molibdeno, aluminio y plata. El calcio, cobre, hierro, magnesio, manganeso, fósforo y zinc, se encuentran en mayor concentración en la membrana de los glóbulos de grasa (p.120).

En forma de iones, podemos encontrar a los metales alcalinos y halógenos; a diferencia de estos, el calcio se encuentra adherido a la caseína. Además, una tercera parte del magnesio y el calcio se presentan en disgregación iónica. También es importante señalar que los citratos se encuentran presentes en una media de 2,3 g/L (Agudelo y Bedoya, 2015, p. 40).

1.10 Suplementos alimenticios para bovinos.

Según Barfourrooshi (2018), la suplementación es una técnica de nutrición en activo desarrollo y es una de las principales herramientas para la intensificación y diversificación de los modelos productivos tradicionales. La aplicación de la técnica de suplementación varía de acuerdo con la calidad de las pasturas; por lo cual, existen diferentes tipos de suplementos (p. 975).

- **Proteicos**

Según Castellanos y Rodriguez, (2015), actualmente los bancos proteicos son una solución para mejorar la nutrición de la dieta elemental de pastos y forrajes, ya que, la ingesta del suplemento es medida; estos tienen altos valores de energía y proteína (3,2 Mcal E. M/Kg. M. S y 40,0 % PC) (p. 92). Componen un suplemento nutricional económico, incrementando el consumo y la digestión de los forrajes de escaso valor nutritivo, así se elevan los índices de peso a menor precio. (Núñez, Elorza, y Rentarí, 2015, p. 103).

- **Grasos**

Las grasas como suplemento para el ganado lechero se utilizan para incrementar la densidad energética de la dieta, lo que redundará en un aumento en el consumo total de energía. El incremento en el consumo de energía debería mejorar el balance energético junto con la condición corporal, la producción de leche y la fertilidad de la vaca (Meléndez, 2015, p. 47).

1.10.1 Aceite rojo de palma

Rojas (2018), indica que el aceite de palma es una grasa sólida a temperatura ambiente, con alto contenido en ácidos grasos saturados, insaturados y poliinsaturados. Proporciona un alto contenido energético, sobre todo en épocas de déficit de energía. A niveles adecuados, influye positivamente en la producción de leche. Incluso aumenta el porcentaje de grasa en el lácteo; también se señala

que, con una cantidad suficiente de lípidos, se puede mejorar significativamente la fertilidad y las pérdidas embrionarias (p.2).

1.10.2 Grasa By-pass

Las grasas by-pass contienen al menos un 84 % de materia grasa, son 95 % digeribles y de absorción intestinal fácil, además presentan un perfil de ácidos grasos de acuerdo a cada especie animal a suplementar (Fenzo y Ibañez, 2018).

En general, el punto de fusión de las grasas de sobrepaso están sobre los 100 °C y la solubilidad se muestra en rangos de pH menores a 5,5 (Romano, 2016, p. 233). En cuanto al cuajar y la primera sección del duodeno, los índices de pH son bajos, permitiendo la disgregación de la sal carboxilada, dejando libres a los ácidos grasos para su filtración, creando un aumento en la reserva de ácidos grasos insaturados a nivel intestinal, extendiendo la filtración de los mismos y su asociación a los tejidos (Moscoso y Palacios, 2016, p. 7).

1.10.3 Aceite de soya

El aceite de soya contiene una cantidad muy grande de ácidos grasos insaturados que pueden ser suplementados en forma de granos enteros, granos extruidos y aceite libre; el uso de este aceite ha recibido mucha atención en estos últimos años, debido a que es rico en ácido linoleico (Ω 6) (Mahdavi, Mahdavi, Darabighane, Mead, y Lee, 2019, p. 811). El aceite de soya tiene la característica de influir en el metabolismo bovino, especialmente en la hidrólisis de lípidos; de manera que puede verse alterada la concentración del colesterol LDL (Low Density Lipoprotein Cholesterol) en la sangre y leche del animal (Altenhofer et al., 2014, p. 122).

1.11 Métodos de análisis químico.

Mallqui, (2015), menciona que, es importante señalar que las metodologías que se emplean para analizar el perfil de ácidos grasos tienen que reportar resultados válidos y precisos. Se puede aceptar un método caro en investigación, pero, dado que en las centrales lecheras que tienen que realizar un gran número de análisis, el precio del ensayo no debe ser muy alto (p.55).

1.11.1 Espectrofotometría infrarroja.

Esta técnica está basada en la interacción entre la radiación electromagnética y las moléculas de la muestra a analizar. La interacción puede ser de distintos tipos como; excitación de electrones, vibraciones moleculares y rotaciones moleculares (Macho, 2002, p. 21). Para la interpretación de los análisis se observa el espectro infrarrojo medio, que cuenta con bandas específicas asignadas para la vibración de dos átomos en cada molécula. La banda se asocia a un grupo funcional y este a una estructura molecular específica que en su mayoría contienen enlaces carboxílicos y peptídicos (Blanco, Cortés, y Talens, 2015, p. 6).

1.11.2 Cromatografía de gases acoplado a espectrometría de masas (GC-MS).

Clarke, Mannion, O'Sullivan, Kerry, y Kilcawley, (2019) mencionan que, esta técnica se basa en la cuantificación, identificación y separación de combinaciones de compuestos volátiles y semivolátiles; la disociación de las sustancias depende de una diferente distribución de las sustancias experimentadas entre las fases móvil y estacionaria que forman parte del sistema (p.76). Una vez que se encuentran independientes los compuestos son fraccionados y estudiados en función de su fragmento, el cual puede ser contrastado con información comprendida en una base de datos de espectros de masas para su identificación posterior. La caracterización final, así como la cuantificación de cada compuesto se realiza empleando material de referencia (Calder, 2015, p. 10).

Capítulo 2

Materiales y métodos

2.1 Trabajo de campo.

El trabajo experimental se realizó en la hacienda “La Morita” perteneciente a la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad Central del Ecuador, ubicada en la parroquia Tumbaco del cantón Quito al Nororiente de la provincia de Pichicha, se encuentra a una altitud de 2430 m.s.n.m con una temperatura anual promedio de 16,4 °C, humedad relativa de 75,2 % y precipitación media anual de 952 mm (GAD Tumbaco, 2019).

2.2 Factores de estudio.

Como unidades experimentales se evaluaron 8 vacas de la raza Holstein que se encontraban en el primer periodo de lactancia, tal como se muestra en la Tabla 3, a las cuales se les proporcionó una alimentación en base a mezcla forrajera más sobrealimento comercial Tabla 4 y en sustitución parcial los tratamientos del estudio; grasa by-pass, aceite rojo de palma y aceite de soya. Las variables para evaluar fueron las siguientes:

Variables Independientes: Tipos de grasas usadas como suplemento alimenticio y Semanas;

Variable Dependiente: Perfil de ácidos grasos y Calidad composicional de la leche.

Tabla 3.

Vacas pertenecientes a la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad Central del Ecuador utilizadas en este estudio.

Nombre	Código Arete
Mercedes	T-493
Albina	T-596
Grace	T-666
Maruja	T-552
Hilary	T-781
Nena	T-692
Fanny	T-695
Stefy	T-768

Elaborado por: Los autores, 2020

2.3 Recolección de muestras.

Cada unidad experimental fue sometida a uno de los tratamientos durante 3 semanas: semana cero (S0); semana uno (S1); semana dos (S2), de las cuales la primera semana fue de transición entre tratamientos, en las siguientes dos semanas S1 y S2 se tomó una muestra por vaca 100 mL de leche en frascos estériles de 50 mL, los cuales fueron recolectadas en el ordeño de la tarde (3 a 5 pm) para luego ser transportadas en un cooler a 4 °C, de la muestra total 50 mL se trasladó hacia el laboratorio de Ciencias de la Vida de la Universidad Politécnica Salesiana Quito para el análisis del perfil graso y 50 mL al laboratorio de Calidad de la leche en Cayambe para el análisis del perfil composicional.

2.4 Trabajo de Laboratorio.

2.4.1 Espectrofotometría infrarroja.

La calidad composicional de las muestras se analizó por la técnica de espectrofotometría infrarroja de gama media en el Laboratorio de Calidad de Leche de la UPS, ubicado en el cantón Cayambe, para ello se siguió un protocolo acreditado PEE-02 con el fin de determinar el contenido de grasa, proteína, lactosa, sólidos totales y sólidos no grasos en las mismas, utilizando el equipo MilkoScanFT 6000.

2.4.2 Extracción de la grasa de leche bovina.

Se realizó en base al procedimiento de doble centrifugación propuesto por Martínez (2013). Inicialmente se realizó una centrifugación a 3000 rpm durante 10 minutos de la cual se obtuvo la fracción grasa y depositó en tubos eppendorff de 2 mL. Posteriormente se realizó una segunda centrifugación a 5000 rpm por 10 minutos con la finalidad de separar la fracción no grasa. Se extrajo la fracción grasa de la segunda centrifugación y se depositó en tubos eppendorff de 1,5 mL que fueron refrigerados a -3 °C para el posterior análisis de ácidos.

2.4.3 Extracción de ácidos grasos de la grasa láctea.

Se utilizó el método expuesto por Castro et al. (2014), donde la separación de ácidos grasos de la grasa de la leche de origen bovino, consiste en usar una solución de 5 mL de ácido sulfúrico (H_2SO_4) 1M sobre una proporción de 0,1 g de grasa en un tubo de 10 mL. Se agitó en vórtex hasta que se encontraron en una sola proporción, posteriormente se centrifugó a 1500 rpm por 10 minutos.

2.4.4 Metilación de ácidos grasos.

Este proceso se realizó por el método propuesto por Christie, (1982), considerando las modificaciones realizadas por (Herrera, Flores, Pámanes, Rosales, y Pachecho, 2015, p. 2579). La

mezcla obtenida de ácidos grasos se dejó dentro de una estufa previamente calentada a 80 °C por 2 horas. Después se agregó 5 mL de hexano a cada muestra y se centrifugó a 4000 rpm durante 10 minutos. Los ácidos grasos metil-esterados diluido en hexano (sobrenadante) fueron extraídos con una jeringa de 5 mL para posteriormente pasar por una unidad de filtración PVDF de 0.45 µm de diámetro para ser depositados en viales de 1,5 mL para ser analizadas en el Cromatógrafo de Gases.

2.4.5 Análisis de ácidos grasos mediante cromatografía de gases acoplado a espectrometría de masas (GC-MS)

El cromatógrafo de gases usado durante la investigación fue de marca Bruker modelo Scion 436-GC ensamblado a un espectrómetro de masa marca Bruker modelo EVOQ (GC-MS); para su análisis se usó viales ámbar, se agregó 1 mL de la muestra de ácidos grasos en cada vial y se colocó en el equipo de GC-MS.

El equipo GC-MS fue configurado con el método full scan _Ácidos Grasos _V82_original, (con dos repeticiones por cada muestra) con las siguientes condiciones:

Condiciones del cromatógrafo de gases.

Las condiciones instrumentales fueron las siguientes: Columna DB5 30 m - 250 µm, gas de transporte He, Programación de T°: 80 °C por 2 minutos, con incremento de 5 °C por minuto, hasta alcanzar 150 °C, posteriormente incremento 6 °C por minuto hasta alcanzar 280 °C en donde se mantuvo por 2,33 minutos. Inyección modo Split (25), temperatura de inyector: 260 °C, tiempo total de análisis por muestra 90 minutos.

Condiciones del espectrómetro de masas.

En el espectrómetro el voltaje de ionización -70 eV, temperatura de fuente: 200 °C, temperatura de línea de transferencia: 250 °C, modo de análisis: full scan, rango de masas: 40-400 Da.

Identificación de AG por medio de cromatografía de gases acoplado a masas.

La identificación del perfil de ácidos grasos se efectuó en un cromatógrafo de gases del laboratorio de Ciencias de la Vida de la UPS con helio como gas de acarreo.

Siguiendo las bases propuestas por Rendón y Orozco, (2015), la caracterización de los ácidos grasos se efectuó en base a las curvas de calibración y el tiempo de retención de estándares individuales de ácidos grasos. Se efectuó la corrida de los patrones con 10 μ L y se colocó en un vial ámbar de 1,5 mL, se añadió 90 μ L de hexano como solvente. Posteriormente se corrió la muestra en las condiciones antes mencionadas.

Comparación del perfil de ácidos grasos con estándares comerciales.

Como lo sugiere Manouchehri, Saharkhiz, Karami, y Niakousari, (2018), la confirmación del perfil de ácidos grasos de las muestras, así como la determinación de los patrones comerciales se realizó mediante la configuración de una sucesión de niveles de temperatura con el objeto de evidenciar los cambios que se produzcan en el perfil al modificar la suplementación de los bovinos.

El software empleado en los análisis fue MS-Workstation de Bruker con integración al NIST-MS-Search, logrando así, obtener información de librerías autenticadas, el estándar utilizado fue Supelco 37 Component FAME Mix de la marca Sigma-Aldrich.

Obtención de curvas de calibración e identificación de ácidos grasos

Rendón y Orozco, (2015), mencionan que, para conseguir las curvas de calibración, es necesario observar la cantidad del patrón metilado, ya que, a partir del mismo se realizan las diluciones que fueron parte de los diferentes puntos de la recta. El propósito fue alcanzar una referencia de regresión lineal entre la cantidad del ácido graso y la señal conseguida en el detector del cromatógrafo (FID), constituida como el área bajo la curva en los cromatogramas y medir las

concentraciones (en porcentaje) de las muestras. Este proceso se repitió para cada patrón de ácido graso de forma individual (p.69).

2.5. Análisis estadístico

Para el diseño experimental se realizó un Diseño de Bloques Completamente al Azar DBCA con un arreglo factorial 4x2, complementado con una evaluación de componentes principales, los datos obtenidos durante la investigación fueron analizados en el software Infostat V2019. El análisis de varianza de los datos obtenidos en la investigación, fueron confirmados con la prueba de comparación de medias de Tukey al 5 %.

2.6. Tratamientos

Tabla 4.

Descripción de los tratamientos en el estudio.

Tratamientos	
G0	Balanceado + pasto
G1	Ración de aceite rojo de palma + Balanceado + pasto
G2	Ración de grasa by-pass + Balanceado + pasto
G3	Ración de aceite de soya + Balanceado + pasto

Elaborado por: Los autores, 2020

Como describe en la Tabla 4, las grasas se aplicaron de la siguiente manera; 200 g en el ordeño de la mañana y 200 g en el ordeño de la tarde. El balanceado se aplicó dependiendo de la cantidad promedio de producción de leche de cada vaca donde se empleó la relación; 1 kg de balanceado por cada 5 L de leche. Se aplicó el tratamiento a cada vaca según la Tabla 5.

Tabla 5.

Distribución de unidades experimentales por tratamiento.

Código Vaca	Etapas 1			Etapas 2			Etapas 3			Etapas 4		
	S0	S1	S2	S0	S1	S2	S0	S1	S2	S0	S1	S2
T-493	G0	G0	G0	G1	G1	G1	G2	G2	G2	G3	G3	G3
T-596	G1	G1	G1	G2	G2	G2	G3	G3	G3	G0	G0	G0
T-666	G3	G3	G3	G0	G0	G0	G1	G1	G1	G2	G2	G2
T-552	G2	G2	G2	G3	G3	G3	G0	G0	G0	G1	G1	G1
T-781	G3	G3	G3	G0	G0	G0	G1	G1	G1	G2	G2	G2
T-692	G0	G0	G0	G1	G1	G1	G2	G2	G2	G3	G3	G3
T-695	G1	G1	G1	G2	G2	G2	G3	G3	G3	G0	G0	G0
T-768	G2	G2	G2	G3	G3	G3	G0	G0	G0	G1	G1	G1

Elaborado por: Los autores, 2020

Capítulo 3

Resultados y Discusión

3.1. Calidad composicional de la leche bovina

3.1.1. Grasa

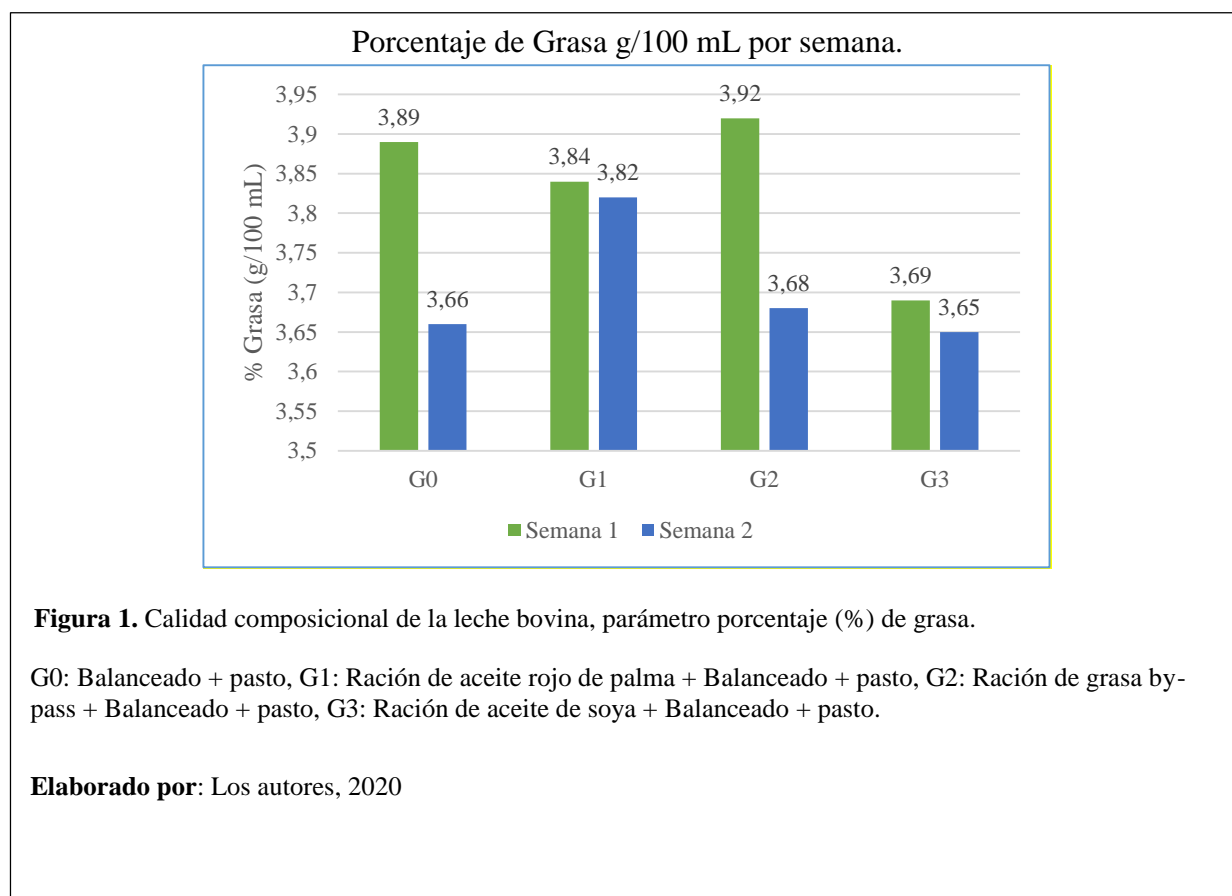
Tabla 6

ADEVA y TUKEY para porcentaje de grasa g/100 mL con respecto a la suplementación alimenticia con aceite rojo de palma (G1), grasa by-pass(G2) y aceite de soya (G3) sobre la calidad composicional de la leche bovina.

(%) Grasa					Semana		
Signt		Trat	Media	Rango	Trat	Media	Rango
Trat	NS	G3	3,67	A	S2	3,7	A
		G0	3,78	A	S1	3,8	A
C.V	12,8	G2	3,8	A			
		G1	3,83	A			

Nota: (NS) No existe diferencia significativa entre las medias de los tratamientos (F calculado < F Tabulado al 5 %).

Elaborado por: Los autores, 2020



Con respecto al factor semanas, no existe diferencia significativa Tabla 6. Pero, aritméticamente se observa que el tratamiento G2 (grasa by-pass) en la semana S1 presentó mejores resultados que los demás tratamientos con una media de 3,92 g/mL Figura 1.

En el estudio realizado por Griinari et al.(1998), se menciona que la grasa empleada como suplemento alimenticio puede tener efectos negativos en cuanto a la producción de grasa, confirmando así los resultados conseguidos. Dicho efecto parece estar intervenido por la formación de intermediarios de la biohidrogenación anómala que se produce en condiciones de acidez ruminal (p.1258).

La mayoría de los lípidos que se metabolizan en el rumen son hidrolizados. La unión entre el glicerol y los ácidos grasos se fragmentan dando origen a glicerol y tres ácidos grasos. La cantidad

excesiva de grasas en la alimentación (más de 8 %) pueden traer como consecuencia una disminución en la producción de leche y en el porcentaje de grasa en la misma, explicando así los resultados obtenidos en cuanto a la producción de grasa (Wattiaux y Grummer, 2015, p.12).

Los resultados obtenidos en esta investigación son similares a los conseguidos por Vieyra, Arriaga, Domínguez, Bórquez, y Morales (2017), donde exponen que podría manifestarse una disminución del porcentaje de grasa debido a que la actividad celulolítica en rumen se reduce al consumir grasa by-pass, lo cual disminuye la producción de acetato y reduciendo la síntesis de ácidos grasos de cadena corta en la glándula mamaria, (p.309).

3.1.2. Lactosa

Tabla 7

ADEVA y TUKEY para porcentaje de Lactosa g/100 mL con respecto a la suplementación alimenticia con aceite rojo de palma (G1), grasa by-pass(G2) y aceite de soya (G3) sobre la calidad composicional de la leche bovina

	(%) Lactosa				Semana				(%) Lactosa x Semana			
	Signt	Trat	Media	Rango	Signt	Trat	Media	Rango	Signt	Trat	Media	Rango
Trat	NS	G0	4,6	A	NS	S1	4,58	A	**	G0 S1	4,52	A
		G2	4,61	A		S2	4,65	A		G2 S1	4,58	AB
		G1	4,62	A						G3 S1	4,61	AB
		G3	4,62	A						G1 S1	4,62	AB
C.V	1,92				1,92				1,92	G1 S2	4,62	AB
										G3 S2	4,64	AB
										G2 S2	4,65	AB
										G0 S2	4,67	B

Nota: (NS) No existe diferencia significativa entre las medias de los tratamientos (F calculado < F Tabulado al 5 %).
 (**) Existen diferencias altamente significativas entre las medidas de los tratamientos significativas (F calculado > F tabulado al 1 %).

Elaborado por: Los autores, 2020

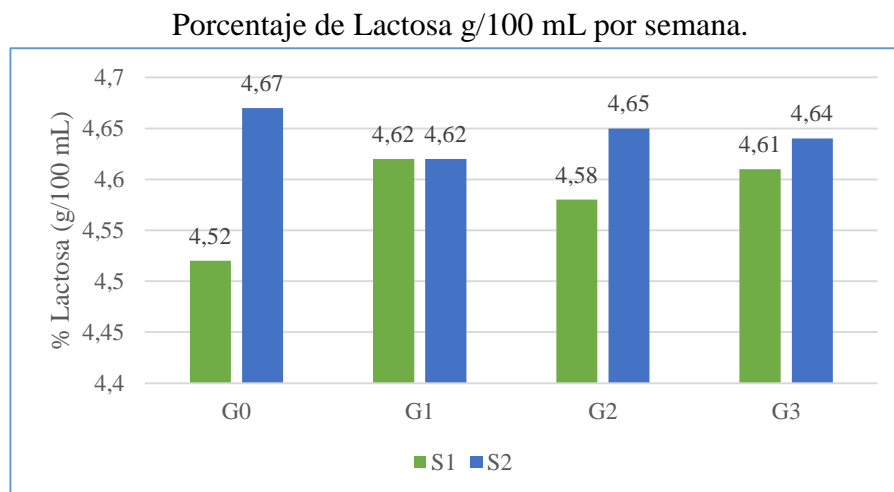


Figura 2. Calidad composicional de la leche bovina, parámetro porcentaje (%) de lactosa.

G0: Balanceado + pasto, G1: Ración de aceite rojo de palma + Balanceado + pasto, G2: Ración de grasa by-pass + Balanceado + pasto, G3: Ración de aceite de soya + Balanceado + pasto.

Elaborado por: Los autores, 2020

La mayor diferencia significativa se encuentra en la interacción entre el tratamiento G0 (Testigo) y la semana S2 con una media de 4,67 g/100 mL Tabla 7, los tratamientos y semanas por sí solos no mostraron diferencia significativa.

Según Vargas, Fehrmann, Íguez, Toro, y Garnsworthy (2015), la concentración de lactosa no se ve afectada al utilizar aceites vegetales como suplemento alimenticio en bovinos, esto es corroborado por Antonacci, Gagliostro, Cano, y Bernal (2017), donde se evidencia que al usar estos suplementos la proporción de lactosa es mayor en el tratamiento de control en comparación con los demás tratamientos (p. 217).

La glucosa en sangre es reconocida como el precursor de la lactosa en la leche bovina. La glándula mamaria en periodo de lactancia deriva 30-50 % de su energía de la oxidación de glucosa y 20-30 % de la oxidación de acetato. Este estudio coincide con lo que mencionan Steele, Noble, y Moore,

(1971) que, cuando la dieta de las vacas se complementa con varias grasas, aceites o ácidos grasos, hay una reducción en la utilización de acetato para la síntesis de ácidos grasos en la glándula mamaria, por lo que la producción de lactosa puede verse disminuida con respecto a un testigo Figura 2. A pesar de eso existen factores que pueden interferir en el metabolismo, como el clima, la raza y el periodo de lactancia del animal (Einar Vargas, Íñiguez, Fehrmann, Toro, y Garnsworthy, 2015, p. 65).

3.1.3. Proteína

Tabla 8

ADEVA y TUKEY para porcentaje de Proteína g/100 mL con respecto a la suplementación alimenticia con aceite rojo de palma (G1), grasa by-pass(G2) y aceite de soya (G3) sobre la calidad composicional de la leche bovina.

		(%) Proteína			Semana		
	Signt	Trat	Media	Rango	Trat	Media	Rango
Trat	NS	G0	2,86	A	S1	2,86	A
		G1	2,86	A	S2	2,88	A
C.V	5,49	G2	2,88	A			
		G3	2,9	A			

Nota: (NS) No existe diferencia significativa entre las medias de los tratamientos ($F_{\text{calculado}} < F_{\text{Tabulado}}$ al 5 %).

Elaborado por: Los autores, 2020

Porcentaje de Proteína g/100 mL por semana.

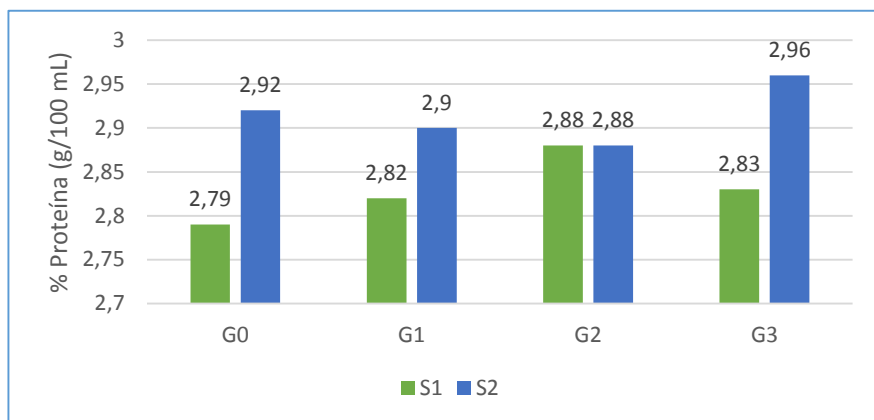


Figura 3. Calidad composicional de la leche bovina, parámetro porcentaje (%) proteína.

G0: Balanceado + pasto, G1: Ración de aceite rojo de palma + Balanceado + pasto, G2: Ración de grasa by-pass + Balanceado + pasto, G3: Ración de aceite de soya + Balanceado + pasto.

Elaborado por: Los autores, 2020

Como se observa en la Tabla 8 y en la Figura 3, no existe diferencia significativa para ningún tratamiento en ninguna semana; sin embargo, aritméticamente se observa que el tratamiento G3 (aceite de soya) en la semana S2 presentó una concentración mayor de proteína con una media de 2,96 g/100 mL.

Según Macedo, de Souza, Batistel, Chagas, y Santos (2016), la concentración de la proteína en estudios donde se utiliza grasas como suplemento alimenticio, tiende a ser menor en las primeras etapas y aumentar en las finales, comprobando así la tendencia de la proteína en esta investigación. Los datos de la investigación coinciden con el estudio de Lopes et al., (2017), donde al usar el aceite de soya puro se evidenció un aumento significativo en la proteína de la leche bovina, por el

contrario si se usa aceite de extruido de soya la concentración de proteína tiende a disminuir (p. 1123).

3.1.4. Sólidos totales

Tabla 9

ADEVA y TUKEY para porcentaje de Sólidos totales g/100 mL con respecto a la suplementación alimenticia con aceite rojo de palma (G1), grasa by-pass(G2) aceite de soya (G3) sobre la calidad composicional de la leche bovina.

		(%) Sólidos Totales			Semana		
	Sign	Trat	Media	Rango	Trat	Media	Rango
Trat	NS	G3	11,95	A	S1	12,03	A
		G0	12,02	A	S2	12,07	A
C.V	4,7	G2	12,12	A			
		G1	12,12	A			

Nota: (NS) No existe diferencia significativa entre las medias de los tratamientos (F calculado < F Tabulado al 5 %).

Elaborado por: Los autores, 2020

Porcentaje de Sólidos totales g/100 mL por semana.

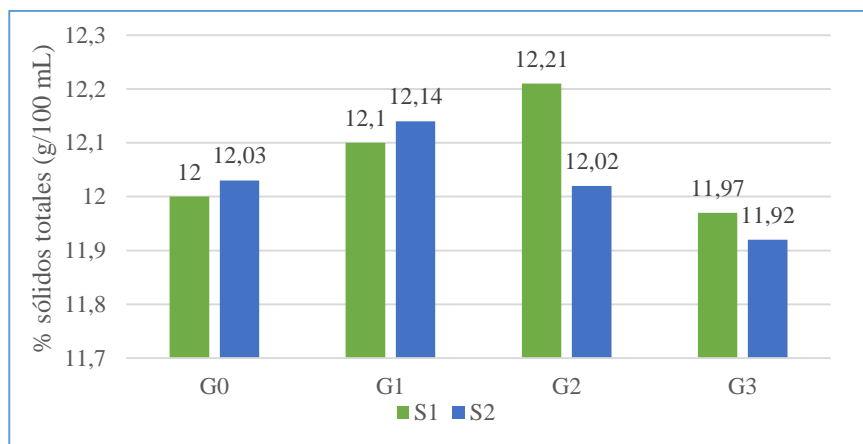


Figura 4. Calidad composicional de la leche bovina, parámetros porcentaje (%) sólidos totales.

G0: Balanceado + pasto, G1: Ración de aceite rojo de palma + Balanceado + pasto, G2: Ración de grasa by-pass + Balanceado + pasto, G3: Ración de aceite de soya + Balanceado + pasto.

Elaborado por: Los autores, 2020

Como se observa en la Tabla 9 y en la Figura 4, no existe diferencia significativa para ningún tratamiento a lo largo del tiempo; sin embargo, aritméticamente el mejor tratamiento fue G2 (grasa by-pass) en la semana S1, con una media de 12, 21 g/100 mL.

En el estudio realizado por Mobeen, Riaz, y Yaqoob, (2017), comprueba que los resultados obtenidos son válidos ya que al utilizar grasa by-pass y aceites vegetales como suplemento en el ganado bovino no existió diferencia significativa (p.425).

Por otra parte, el mejor tratamiento obtenido aritméticamente indica que el porcentaje aumentó, sobrepasando los límites de la Norma Técnica Ecuatoriana elaborada por el Instituto Ecuatoriano

de Normalización 9:2012 (2012). Probablemente esto se deba a la capacidad de los microorganismos para utilizar los lípidos como fuente de energía, lo que promueve la síntesis de proteínas microbianas y por ende la de todos los componentes que forman los sólidos totales de la leche bovina (Machado et al., 2017, p. 912).

Correlación Perfil Composicional

Tabla 10

Correlaciones con las variables (perfil composicional)

Variables (%)	CP 1	CP 2
Sólidos Totales	0,78	0,6
Proteína	-0,88	0,36
Lactosa	-0,58	0,77
Grasa	0,95	0,3
Correlación cofenética= 0,994		
CP1: Componente principal 1		
CP2: Componente principal 2		

Elaborado por: Los autores, 2020

Biplot de correlación de perfil composicional de la leche

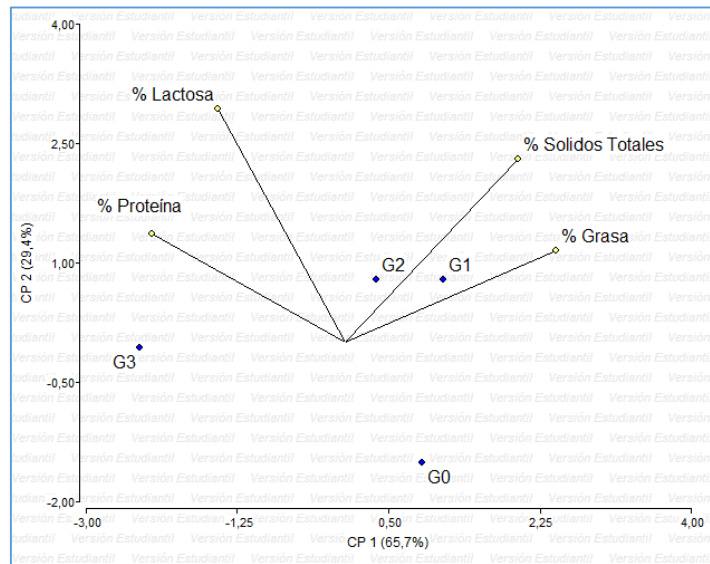


Figura 5. Correlación entre tratamientos y parámetros del perfil composicional.

Elaborado por: Los autores, 2020

Como se puede ver en la Figura 5, el porcentaje de grasa, lactosa, proteína y sólidos totales está directamente relacionado con el tratamiento G1 (aceite rojo de palma) y el tratamiento G2 (grasa by-pass). La mayor correlación de CP1 es del porcentaje de grasa con 95 % y en CP2 corresponde a la lactosa con 77 % Tabla 10.

Según el estudio de Nguyen, (2018), al utilizar aceite rojo de palma como suplemento alimenticio se incrementa el porcentaje de sólidos totales, teniendo que a mayor proporción la concentración aumentaba. Este mismo proceso se dio en el estudio de Fougère, franco, y Bernard, (2018), donde se utilizaron diferentes proporciones de grasa by-pass y se mantuvo una tendencia directamente proporcional con los sólidos totales.(p. 8430).

Cuando existe un incremento de ácidos grasos que contengan más de 16 carbonos (ácidos grasos de cadena larga) en la dieta de los rumiantes, la producción de leche puede verse elevada, pero también existe la posibilidad de que la síntesis de ácidos grasos de cadena corta y mediana se vea reducida; por eso, la baja concentración de grasa en la leche que se da cuando se emplean dietas bajas en fibra no puede ser compensada adicionando más grasa en la dieta. (Wattiaux y Grummer, 2015, p. 10).

Saborío, (2011), explica que la grasa es el componente lácteo que se encuentra directamente relacionado con el contenido de sólidos totales. La formación de grasa se da a partir de la movilización de tejido adiposo y precursores sanguíneos provenientes del proceso de fermentación, siendo favorecido este proceso cuando se implementan cantidades apropiadas de fibra en la dieta; (p.71).

3.2. Perfil de Ácidos grasos por tratamiento.

Tabla 11.

Perfil de Ácidos grasos por tratamiento.

Nombre Químico	Nombre Común	Fórmula	G0	G1	G2	G3
Ácido hexanoico	Ácido caprónico	C6:0	0,86	0,79	0,81	0,89
Ácido octanoico	Ácido caprílico	C8:0	0,67	0,53	0,57	0,57
Ácido decanoico	Ácido cáprico	C10:0	1,65	1,22	1,37	1,31
Ácido dodecanoico	Ácido laúrico	C12:0	2,66	1,84	2,16	1,73
Ácido tetradecanoico	Ácido mirístico	C14:0	11,70	9,08	8,98	8,32
Ácido pentadecanoico	Ácido pentadecanoico	C15:0	1,37	1,08	1,18	1,16
Ácido 9-cis hexadecenoico	Ácido palmitoleico	C16: 1 cis 9	1,82	1,55	1,07	0,89
Ácido 7-cis hexadecenoico	Ácido 7-hexadecenoico	C17:0	1,05	1,01	0,78	0,97
Ácido hexadecanoico	Ácido palmítico	C16:0	34,04	30,80	34,36	31,37
Ácido 9,12-cis octadecadienoico	Ácido linoleico (Ω 6)	C18:2	2,14	2,22	2,56	2,28
Ácido 9- cis octadecenoico	Ácido oleico (Ω 9)	C18:1 cis 9	25,99	24,84	27,29	30,91
Ácido 11 octadecenoico	Ácido vaccénico	C18: 1 cis 11	3,60	4,36	4,87	4,95
Ácido octadecanoico	Ácido esteárico	C18:0	12,40	15,18	13,95	14,59
Ácido 9,12,15-cis octadecatrienoico	Ácido α-linolénico (Ω-3)	C18:0	0,05	0,07	0,04	0,08

Elaborado por: Los autores, 2020

En la Tabla 11, se observa el perfil de ácidos grasos obtenido en la investigación, para una evaluación más profunda de sus proporciones con relación a los tratamientos aplicados se escogieron los Ω s 3, 6 y 9, debido a su alta importancia nutricional (Sanhueza, Durán, y Torres, 2015, p. 1367).

De acuerdo con los resultados obtenidos en esta investigación el porcentaje más alto con respecto al Omega 9, presenta el tratamiento G3 que corresponde al suplemento de aceite de soya en la sustitución parcial; seguido del Omega 6 del tratamiento G2 con la grasa by-pass; encontrando también en menos cantidad el Omega 3 en el tratamiento G2 con la grasa by-pass. Según Alais (1998), indica que la cantidad de ácidos grasos en la grasa láctea va a variar dependiendo de la alimentación. La grasa aportada en una dieta con suplementos alimenticios está formada aproximadamente por el 60 % de Ω 6 que en gran parte se hidrogena en el rumen, produciendo otros ácidos grasos; esto desencadenaría en una variabilidad proporcional con respecto al perfil lipídico en la leche, como sucedió en nuestro estudio (p.63).

. El estudio realizado por Morales et al. (2018), indica que la concentración de los ácidos mirístico (14:0) y palmítico (16:0), al igual que en el presente estudio, suelen elevarse cuando se utilizan suplementos alimenticios provenientes de semillas oleaginosas, obteniendo así, un perfil de ácidos grasos con mayor proporción de saturados con relación a insaturados (p. 23).

Según Schlimme, Buchheim, y López, (2002), se han encontrado más de 400 ácidos grasos en la grasa láctea, de los cuales sólo 15 aparecen en concentraciones superiores al 1 %; entre ellos se encuentran los ácidos grasos saturados (4:0 hasta 18:0), monoinsaturados (14:1, 16:1, 18:1), dos insaturados con doble enlace (18:2, 18:3) y dos con número impar de carbonos y saturados (15:0, 17:0) (p.8).

3.3. Ácidos grasos

3.3.1. Omega- Ω 3

Tabla 12

ADEVA y TUKEY para porcentaje de Ω 3 con respecto a la suplementación alimenticia con aceite rojo de palma (G1), grasa by-pass(G2) y aceite de soya (G3) sobre la calidad composicional de la leche bovina.

		($\%$) Ω 3			Semana		
	Signt	Trat	Media	Rango	Trat	Media	Rango
Trat	NS	G1	0,04	A	S1	0,04	A
		G2	0,04	A	S2	0,07	A
C.V	111,3	G0	0,05	A			
		G3	0,08	A			

Nota: (NS) No existe diferencia significativa entre las medias de los tratamientos (F calculado < F Tabulado al 5 %).

Elaborado por: Los autores, 2020

En la Tabla 12 se observa que no existe diferencia significativa para ningún tratamiento en ninguna semana, entendiendo que la tendencia de este ácido en la leche va a ser lineal al transcurso del tiempo.

3.3.2. Omega- Ω 6

Tabla 13

ADEVA y TUKEY para porcentaje de Ω 6 con respecto a la suplementación alimenticia con aceite rojo de palma (G1), grasa by-pass(G2) y aceite de soya (G3) sobre la calidad composicional de la leche bovina.

($\%$) Ω 6					Semana				($\%$) Ω 6 x Semana				
	Signt	Trat	Media	Rango	Signt	Trat	Media	Rango	Signt	Trat	Media	Rango	
Trat	NS	G0	2,14	A	*	S2	2,05	A	NS	G0 S2	1,82	A	
		G3	2,28	A		S1	2,59	B		G3 S2	1,96	A	
		G1	2,31	A						G2 S2	2,1	A	
		G2	2,56	A						G1 S1	2,3	A	
C.V	44,14				44,14				44,14	G1 S2	2,31	A	
										G0 S1	2,46	A	
										G3 S1	2,59	A	
										G2 S1	3,01	A	

Nota: (NS) No existe diferencia significativa entre las medias de los tratamientos (F calculado < F Tabulado al 5 %).
 (*) Existen diferencias significativas entre las medias de los tratamientos (F tabulado al 5 % < F calculado < F calculado al 1 %)

Elaborado por: Los autores, 2020

En la Tabla 13 se observa que existe diferencia significativa en cuanto a las semanas, demostrando que en la etapa inicial se obtuvo un valor mayor de este ácido con un porcentaje de 2,59 %. A pesar de no ser significativa la interrelación entre tratamiento y semana se puede observar una diferencia aritmética en el tratamiento G2 (grasa by-pass) y la semana S1, con una media de 3,01 %.

3.3.3. Omega- Ω 9

Tabla 14.

ADEVA y TUKEY para porcentaje de Ω 9 con respecto a la suplementación alimenticia con aceite rojo de palma (G1), grasa by-pass(G2) y aceite de soya (G3) sobre la calidad composicional de la leche bovina

<u>(%) Ω 9</u>					<u>Semana</u>				<u>(%) Ω 9 x Semana</u>			
	<u>Signt</u>	<u>Trat</u>	<u>Media</u>	<u>Rango</u>	<u>Signt</u>	<u>Trat</u>	<u>Media</u>	<u>Rango</u>	<u>Signt</u>	<u>Trat</u>	<u>Media</u>	<u>Rango</u>
Trat	*	G1	26,54	A	NS	S1	27,73	A	*	G1 S2	25,76	A
		G2	27,29	AB		S2	28,5	A		G0 S1	26,76	AB
		G0	27,74	AB						G2 S2	27,25	AB
		G3	30,91	B						G1 S1	27,32	AB
C.V	14,69				14,69				14,69	G2 S1	27,33	AB
										G0 S2	28,71	AB
										G3 S1	29,52	AB
										G3 S2	32,29	B

Nota: (NS) No existe diferencia significativa entre las medias de los tratamientos (F calculado < F Tabulado al 5 %).

(*) Existen diferencias significativas entre las medias de los tratamientos (F tabulado al 5 % < F calculado < F calculado al 1 %)

Elaborado por: Los autores, 2020

Como se observa en la Tabla 14, existe diferencia significativa entre los tratamientos aplicados, siendo el mejor el tratamiento G1 (aceite rojo de palma) con una media de 26,54 %. Por otra parte, también se obtuvo significancia en la interrelación entre tratamiento y semana, siendo el mejor el tratamiento G1 (aceite rojo de palma) en la semana S2 con una media de 25,76 %.

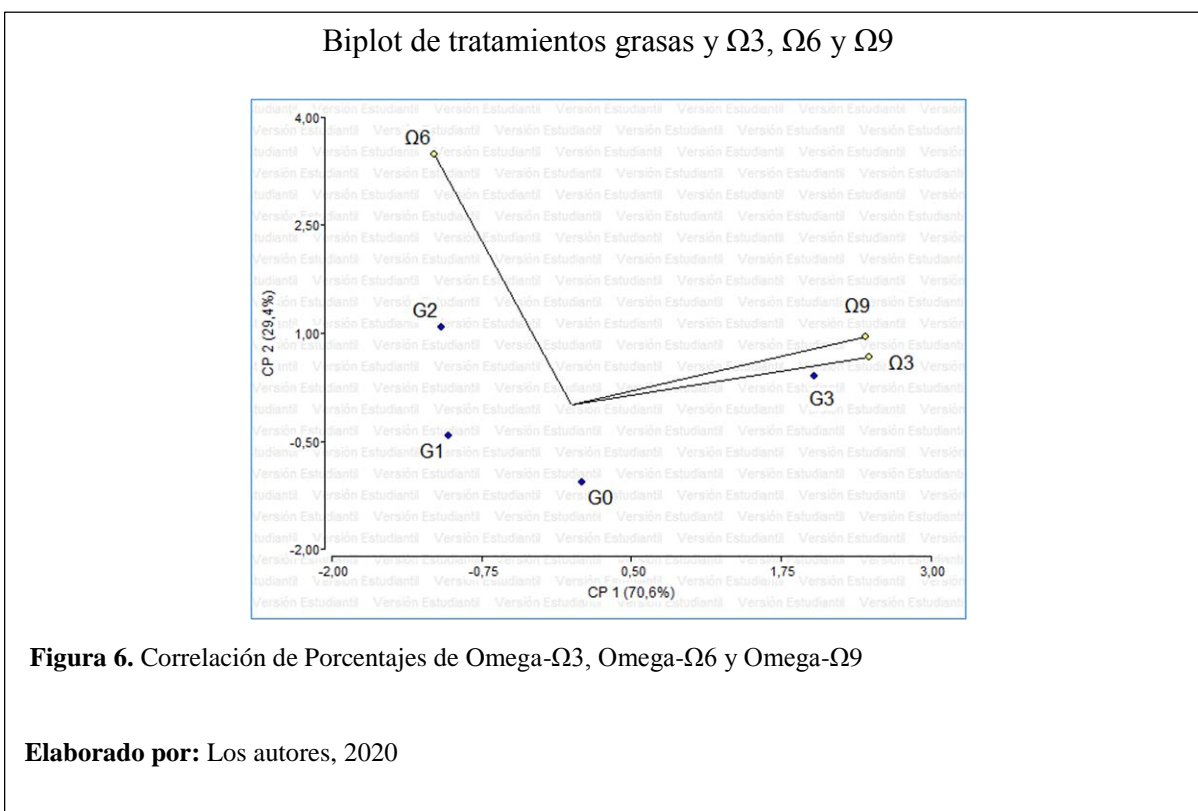
Tabla 15

Correlaciones con las variables originales.

Variables	CP 1	CP 2
Omega- Ω 3	0,98	0,17
Omega- Ω 6	-0,45	0,89
Omega- Ω 9	0,97	0,24

Correlación cofenética= 1,000
 CP1: Componente principal 1
 CP2: Componente principal 2

Elaborado por: Los autores, 2020



Como se observa en la Figura 6, existe una relación positiva entre el tratamiento G3 (aceite de soya) con los Ω s 3 y 9, llevando un porcentaje mayor el Ω 3 con 98 % en CP1. Por otra parte, en CP2 se puede diferenciar que existe una relación positiva entre el tratamiento G2 (grasa by-pass) y el Ω 6 con un porcentaje de 89 %.

Según Zachut (2010), el rendimiento del Ω 3 y Ω 6 en la leche bovina incrementa con respecto al control, cuando se utiliza aceite de soya como suplemento nutricional; esto puede deberse a que con la inclusión de este aceite en la dieta la síntesis de grasa saturada podría verse deprimida por isómeros de los ácidos grasos del suplemento generados en el rumen durante la biohidrogenación, generando así una mayor síntesis de grasa insaturada. La tasa de biohidrogenación ruminal generalmente aumenta con una mayor insaturación y tanto el Ω 3 como el Ω 6 se hidrogenan al 70–95 % y 85-100 %, respectivamente (Marín, Meléndez, Aranda, y Ríos, 2017, p. 50).

Por otra parte, la influencia de las grasas como suplemento alimenticio en la producción de Ω 9 se relaciona de forma inversa con la biohidrogenación ruminal, así lo menciona (Kargar et al., 2017), donde el rendimiento de Ω 9 tuvo una asociación negativa con la inducción de biohidrogenación en el rumen, asumiendo que este será un producto formado inmediatamente después de la hidrogenación (p.39).

Al usar suplementos alimenticios de origen lipídico se obtienen ácidos grasos, como el ácido hexanoico y palmítico, que son inhibidores de la síntesis de Novo (ruta metabólica en la que se sintetizan los nucleótidos en forma de ribonucleótidos a partir de azúcares de bajo peso molecular) en las glándulas mamarias (Gagliostro et al., 2018, p. 930). Existe una relación directa entre los crecientes niveles de Ω 9 y la reducción de la lipogénesis mamaria. Una alta concentración de Ω 9 se ha asociado con disfunciones en la actividad de la lipoproteína lipasa (LPL) y estearil CoA desaturasa (SCD) enzimas que participan en la síntesis de grasa, causando una disminución en contenido de grasa láctea (Kargar et al., 2017, p. 38).

3.4. Correlación entre el % Omega- Ω 3, % Omega- Ω 6, % Omega- Ω 9 y % Grasa láctea.

Tabla 16

Correlaciones entre ácidos grasos (Omegas- Ω).

Variables (%)	CP 1	CP 2
Grasa	-0,52	-0,54
Ω 3	-0,17	0,75
Ω 6	0,81	0,14
Ω 9	-0,66	0,39

Correlación cofenética = 0,910

CP1: Componente principal 1

CP2: Componente principal 2

Elaborado por: Los autores, 2020

Biplot Correlación % Grasa, % Ω 3, % Ω 6 y % Ω 9

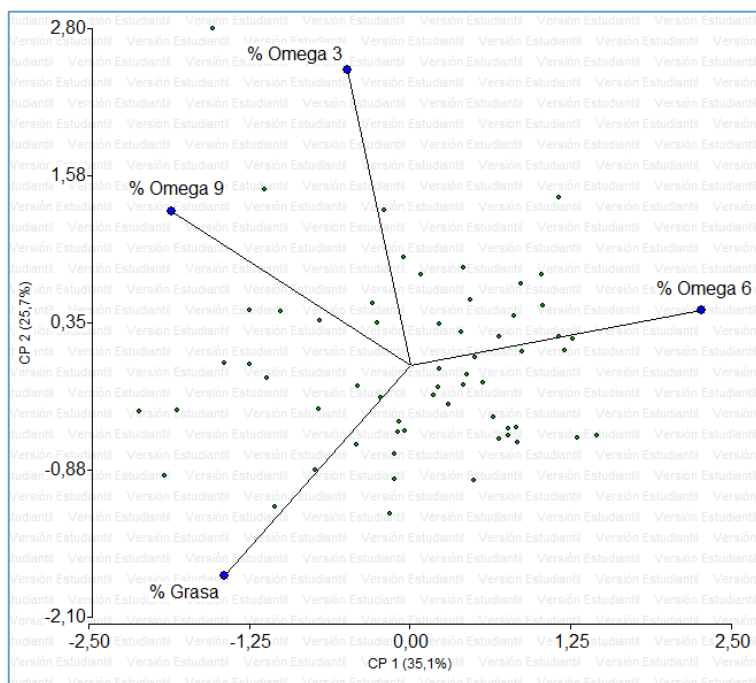


Figura 7. Correlación entre el % Omega- Ω 3, % Omega- Ω 6, % Omega- Ω 9 y % Grasa láctea.

Elaborado por: Los autores, 2020

En una correlación entre el porcentaje de grasa y el porcentaje de Ω 3, 6 y 9, como se muestra en la Tabla 15, existe una correlación negativa del Ω 6 y Ω 3 con respecto al porcentaje de grasa en leche (Figura 7).

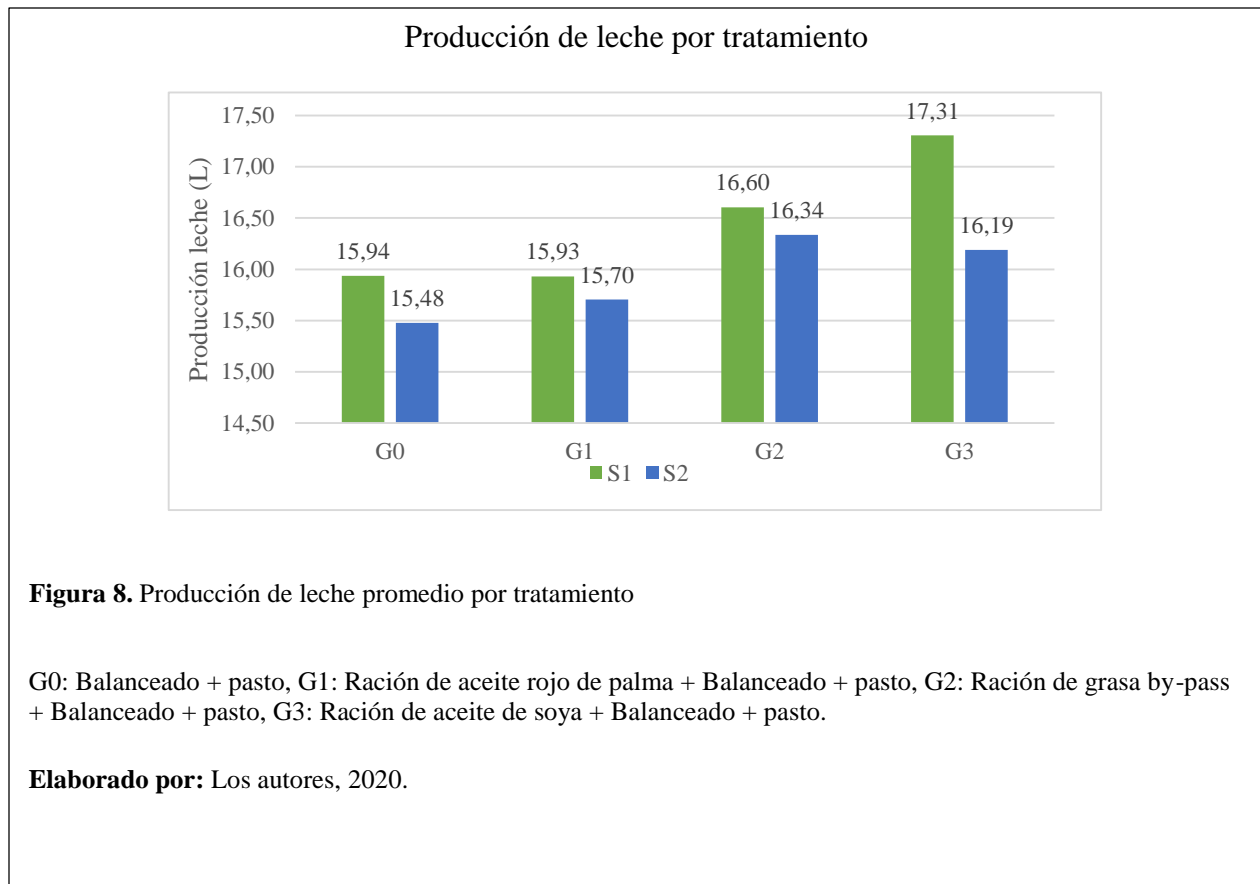
Girón, Restrepo, y Fornaguera, (2016), indican que la suplementación con grasa con un alto grado de insaturación, como los utilizados en nuestro estudio disminuye la grasa de la leche. Se ha argumentado que los ácidos grasos insaturados son precursores en el rumen de ácidos grasos particulares como el ácido linoleico conjugado (CLA), que inhibe la síntesis de grasa en la glándula mamaria (Barfourrooshi et al., 2018, p. 981).

Los lípidos tienen diferentes mecanismos para alterar la fermentación ruminal , entre ellos están la reducción de la digestibilidad de la dieta, los cambios en las rutas de fermentación ruminal, los efectos tóxicos en los microorganismos ruminales, disminución de la ingesta voluntaria de alimento y cambio en la proporción de carbohidratos fermentables, como la sustitución de la energía fermentable por lípidos, generando una disminución de peso y proporción de grasa en la leche (Kouba, Burns, y Webel, 2019, p. 36).

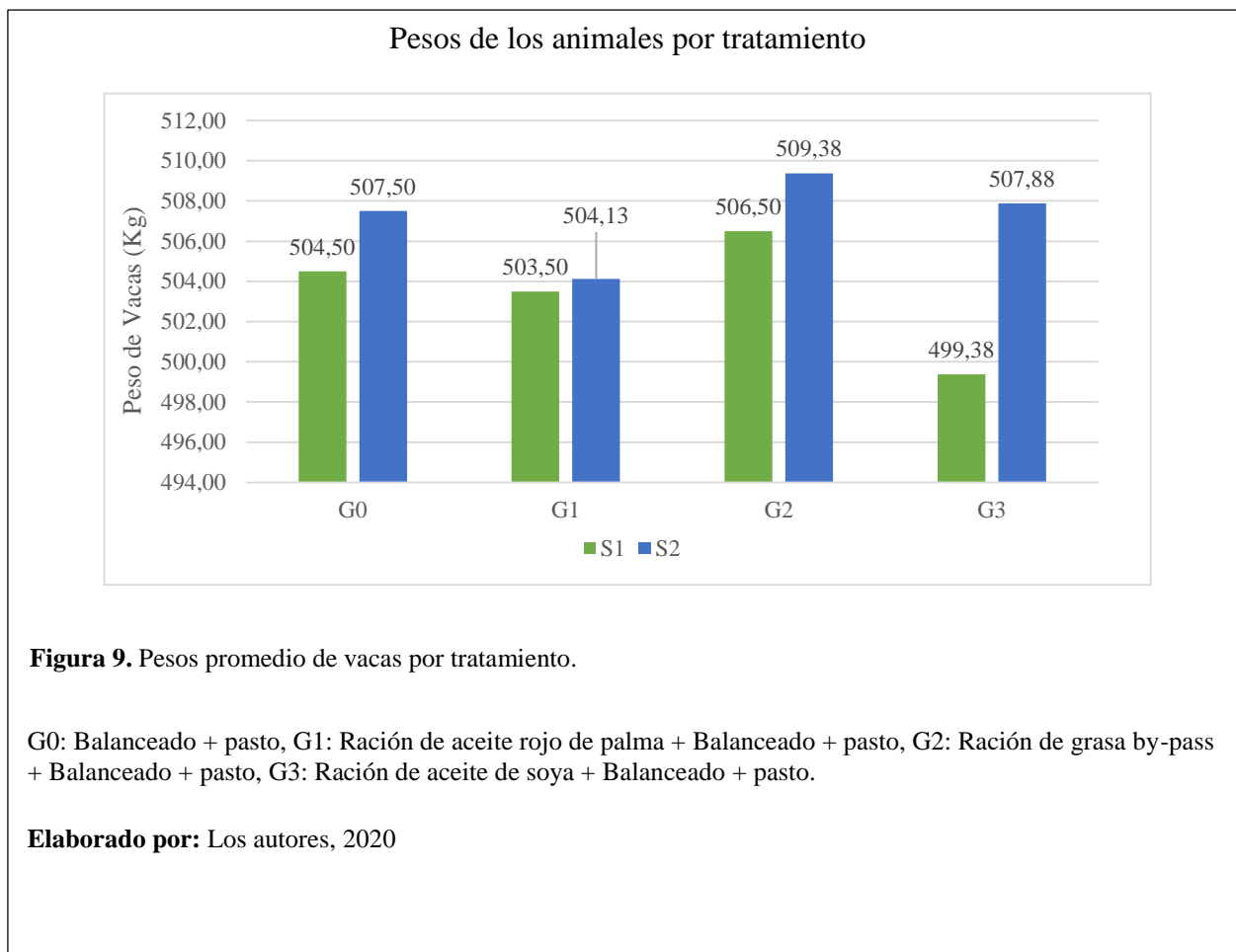
Las dietas típicas contienen menos de 4 % de grasa, un contenido superior a 6 % afecta a los microorganismos en el rumen. Los ácidos grasos no saturados inhiben la síntesis de la hormona del crecimiento, aumentan la concentración de insulina y la relación insulina/glucagón en el suero sanguíneo; lo que reduce la síntesis de glucosa y como consecuencia la cantidad de grasa, proteína y lactosa de la leche y la ganancia de peso (Bitman et al., 1996, p. 1598).

El Ω 6 en la grasa de la leche, tiende a aumentar de aproximadamente 0,4 % hasta 2,1 % mediante la adición a la dieta de las vacas de aceite de soya, girasol o lino y el Ω 9 de 17,3 % a 30,9 % (Patton, Sorenson, y Hippen, 2004) .

3.5. Producción de leche y peso de las vacas.



Como se observa en la Figura 8, la producción de leche tuvo un promedio mayor en las primeras semanas de haber aplicado los diferentes tratamientos. Aritméticamente, el mejor tratamiento fue el G3 (aceite de soya) en la semana S1 con una media de 17,3 L de leche.



Como se observa en la Figura 9, el peso de los animales tendió a subir con relación al paso del tiempo. Aritméticamente, el mejor tratamiento fue G2 (grasa by-pass) en la semana S2 con una media de 509,38 kg.

Los resultados coinciden con Kumar, Angad, Singh, y Angad, (2018), donde existe un incremento en la producción de leche durante las primeras semanas de aplicación de los tratamientos que contenían aceite de soya. Esto puede deberse a que hubo una mejora del estado energético de los animales, especialmente en periodos tempranos de cambios de alimentación (Antonacci, Bussetti, Rodriguez, Cano, y Gagliostro, 2018, p. 205). Al utilizar aceite de soya como suplemento alimenticio puede existir una reducción en la concentración de ácidos grasos en la síntesis de

NOVO, como indica Singh et al. (2018), que se compensa con la absorción de los ácidos grasos directamente del aceite, como energía para realizar el metabolismo en las glándulas mamarias, por lo que incrementa la producción de leche (p. 178).

Según Stamm (2015), el peso de los animales del estudio cuando se utiliza grasa by-pass como suplemento alimenticio, tiende a incrementar con relación al tiempo (p. 50). Estos cambios se encuentran relacionados con que la grasa dietética adicional podría resultar en un reparto de energía anormal, alterando el balance energético en los animales, de forma que la grasa quede acumulada en todo el cuerpo (Singh y Roy, 2015, p. 480).

Conclusiones

El uso de diferentes grasas (aceite rojo de palma, grasa by-pass y aceite de soya) como suplemento alimenticio no influyó de forma significativa en los parámetros: grasa, proteína y sólidos totales, de la calidad composicional de la leche bovina.

Si bien no existió una diferencia estadística en los parámetros de composición de la leche entre tratamientos, aritméticamente se evidenció que el tratamiento G2 (grasa by-pass) en la semana S1, presentó los mejores resultados en porcentaje de grasa con una media de 3,92 g/mL; el tratamiento G3 (aceite de soya) para el porcentaje de proteína en la semana S2 con una media de 2,96 g/mL; y finalmente el tratamiento G2 (grasa by-pass) para sólidos totales en la semana S1 con una media de 12,21 g/mL.

Para el parámetro lactosa existió diferencia significativa en el G0 (testigo) de la semana S2 con una media de 4,67 g/mL, demostrando que este factor se ve afectado negativamente con el uso de suplementos energéticos alimenticios en el ganado bovino.

No existió diferencia significativa en la interrelación de los Omegas Ω -3, Ω -6 y Ω -9 con los diferentes tratamientos. Sin embargo, se observó en los componentes principales que existe una relación directamente proporcional entre el tratamiento G3 (aceite de soya) con los Ω s 3 y 9, llevando un porcentaje mayor el Ω 3 con 98 % en la componente 1; al contrario, existe una relación inversamente proporcional entre este y el Ω 6; por otra parte, en la componente 2 se pudo diferenciar que existe una relación directamente proporcional entre el tratamiento G2 (grasa by-pass) y el Ω 6 con un porcentaje de 89 %; al contrario, existe una relación inversamente proporcional entre este y los Ω s 3 y 9.

La valoración de los parámetros productivos tanto de producción de leche como de aumento de peso de los animales mostró una relación directamente proporcional con el paso del tiempo, donde los mejores tratamientos fueron G3 (aceite de soya) en la semana S1 con una media de 17,3 L y G2 (grasa by- pass) en la semana S2 con una media de 509,38 kg respectivamente.

Recomendaciones

Tomar en cuenta que, para futuras investigaciones se deben analizar con mayor amplitud las variables productivas y de manejo de los animales.

Complementar en un futuro estudio todo el perfil de ácidos de la leche bovina, ya que en esta investigación solo se enfocó el valor nutricional de los ácidos grasos: Ω s 3, 6 y 9

Socializar y difundir los resultados de esta investigación a pequeños y medianos productores de leche, como también a todos los actores involucrados en la cadena de producción láctea.

Bibliografía

- Agencia Ecuatoriana de Aseguramiento de la Calidad del Agro. (2004). *Manual manual de procedimientos para la vigilancia y control de la inocuidad de leche cruda*.
- Agudelo, D., & Bedoya, O. (2015). Composición nutricional de la leche de ganado vacuno. *Revista Lasallista de Investigación*, 2(1), 38–42. Retrieved from <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=69520107>
- Agustyn, A. (2019). Fatty acid | Definition, Structure, Functions, Properties, & Examples. Retrieved October 23, 2019, from Britannica, Encyclopedia website: <https://www.britannica.com/science/fatty-acid>
- Aires, D., Capdevila, N., & Segundo, M. (2015). Ácidos grasos esenciales.Su influencia en las diferentes etapas de la vida. *Divulgación Sanitaria*, 30, 96–101. Retrieved from <https://www.elsevier.es/es-revista-offarm-4-pdf-13073447>
- Alais, C. (1998). *Ciencia de la leche: principios de técnica lechera* (Décima). Retrieved from https://books.google.com.ec/books?id=bW_ULacGBZMC&printsec=frontcover&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
- Albán, A., & Montenegro, R. (2018). *Comparación de dos tipos de alimentación (tradicional y mezcla forrajera) sobre la concentración de ácido linoleico (C18:2) y ácido linolénico (C18:3) en la leche de vacas Holstein y Pizán*. 1–36. Retrieved from [http://181.198.77.143:8080/bitstream/123456789/609/1/Comparación de dos tipos de alimentación %28tradicional y mezcla forrajera%29.pdf](http://181.198.77.143:8080/bitstream/123456789/609/1/Comparación%20de%20dos%20tipos%20de%20alimentación%20tradicional%20y%20mezcla%20forrajera.pdf)
- Altenhofer, C., Spornraft, M., Kienberger, H., Rychlik, M., Herrmann, J., Meyer, H. H. D., &

- Vituro, E. (2014). Effects of rapeseed and soybean oil dietary supplementation on bovine fat metabolism, fatty acid composition and cholesterol levels in milk. *Journal of Dairy Research*, 81(1), 120–128. <https://doi.org/10.1017/S002202991300071X>
- Álvarez, C. (2015). *Modificación del perfil de ácidos grasos de la leche a través de la manipulación nutricional en vacas lecheras* (Universitat Autònoma de Barcelona). Retrieved from <https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/5703/mcfa1de1.pdf;jsessionid=1B97C857CB26E79DA0CBA6500267D93E.tdx2?sequence=1>
- Antonacci, L., Bussetti, L., Rodriguez, M., Cano, M., & Gagliostro, A. (2018). Effect of Diet Supplementation with Combinations of Soybean and Linseed Oils on Milk Production and Fatty Acid Profile in Lactating Dairy Ewes Effect of Diet Supplementation with Combinations of Soybean and Linseed Oils on Milk Production and Fatty Acid. *Agricultural Sciences*, 9, 200–220. <https://doi.org/10.4236/as.2018.92015>
- Antonacci, L. E., Gagliostro, G. A., Virginia Cano, A., & Adrián Bernal, C. (2017). Effects of Feeding Combinations of Soybean and Linseed Oils on Productive Performance and Milk Fatty Acid Profile in Grazing Dairy Cows. *Agricultural Sciences*, 08(09), 984–1002. <https://doi.org/10.4236/as.2017.89072>
- Aviles, C. (2018, April 17). La Hora. *Sobreproducción Reduce El Costo de La Leche*, p. 12. Retrieved from <https://lahora.com.ec/tungurahua/noticia/1102150305/sobreproduccion-reduce-el-costo-de-la-leche>
- Barfourooshi, H. J., Towhidi, A., Sadeghipanah, H., Zhandi, M., Zeinoaldini, S., Dirandeh, E., &

- Akers, R. M. (2018). Effect of Dietary Fish Oil on Mammary Gland Development and Milk Production of Holstein Cow. *Annals of Animal Science*, 18(4), 973–990.
<https://doi.org/10.2478/aoas-2018-0028>
- Bitman, J., Wood, D. L., Miller, R. H., Tyrrell, H. F., Reynolds, C. K., & Baxtert, H. D. (1996). Comparison of Milk and Blood Lipids in Jersey and Holstein Cows Fed Total Mixed Rations with or Without Whole Cottonseed. *Dairy Experiment Station, Agricultural Research Services*, 1596–1602. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(96\)76522-0](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(96)76522-0)
- Blanco, O., Cortés, V., & Talens, P. (2015). *Uso de espectroscopía visible e infrarrojo cercano para la detección de adulteración de leche por aguado máster en ciencia e ingeniería de los alimentos*. Universidad Politécnica de Valencia, Valencia.
- Cabezas, C., Hernández, B., & Vargas, M. (2016). Aceites y grasas: efectos en la salud y regulación mundial Fat and oils: Effects on health and global regulation. *Rev. Fac. Med*, 64(4), 761–769. <https://doi.org/10.15446/revfacmed.v64n4.53684>
- Calder, P. (2015). Ácidos grasos esenciales para un cuerpo saludable. Retrieved June 26, 2019, from Ácidos grasos esenciales para un cuerpo saludable website:
https://www.nordicnaturals.com/z_nnimages/support/BalanceFatsSpanish0708.pdf
- Carbajal, Á. (2017). *Manual de Nutrición y Dietética*. Retrieved from
<https://www.ucm.es/nutricioncarbajal/1>
- Castellanos, L., & Rodriguez, M. (2015). El efecto de omega 3 en la salud humana y consideraciones en la ingesta. *Rev Chil Nutr*, 42(1), 90–95. <https://doi.org/10.4067/S0717-75182015000100012>

- Castro, M. P., Rodriguez, L. M., Calvo, M. V., Romero, J., Mendiola, J. A., Ibañez, E., & Fontecha, J. (2014). Total milk fat extraction and quantification of polar and neutral lipids of cow, goat, and ewe milk by using a pressurized liquid system and chromatographic techniques. *Journal of Dairy Science*, 97(11), 6719–6728. <https://doi.org/10.3168/jds.2014-8128>
- Chamorro, A., Maryeli, P., & y Tamayo Maryi. (2016). Estudio científico sobre la adición de Omega-3 (DHA/EPA) para el mejoramiento cognitivo de niños menores de cinco (5) años (Corporación Universitaria Lasallista; Vol. 3). Retrieved from http://repository.lasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/1771/1/Estudio_cientifico_adicion_Omega3.pdf
- Christie, W. (1982). *A simple procedure for rapid transmethylation of glycerolipids and cholesteryl esters*. Retrieved from www.jlr.org
- Clarke, H. J., Mannion, D. T., O'Sullivan, M. G., Kerry, J. P., & Kilcawley, K. N. (2019). Development of a headspace solid-phase microextraction gas chromatography mass spectrometry method for the quantification of volatiles associated with lipid oxidation in whole milk powder using response surface methodology. *Food Chemistry*, 292(July 2018), 75–80. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.04.027>
- Department of Agriculture from Northern Ireland. (1975). *Energy allowances and feeding Systems for ruminants* (Her majesty`s Stationery office, Ed.). Retrieved from https://books.google.com.ec/books?id=sgPLBAAQBAJ&pg=PA490&lpg=PA490&dq=department+of+agriculture+northern+ireland+energy+allowances&source=bl&ots=_EuAvq9PCX&sig=ACfU3U1UM3DeDU0wNkxpZ1ReLh-7kCFTvQ&hl=es-

419&sa=X&ved=2ahUKEwi54-2iwsLlAhUK01kKH8a0rAvYQ6AEwAH

Estrella, B. (2015). La sobreproducción de leche y el reto de exportar. *Revista Gestión*, 250, 52–

54. Retrieved from

https://revistagestion.ec/sites/default/files/import/legacy_pdfs/250_005.pdf

Fenzo, R., & Ibañez, U. (2018). Grasas de efecto By-Pass en rumiantes. Retrieved July 4, 2019,

from Engormix website: <https://www.engormix.com/ganaderia-carne/articulos/grasas-efecto-pass-rumiantes-t26239.htm>

Fougère, H., Delavaud, C., & Bernard, L. (2018). Diets supplemented with starch and corn oil,

marine algae, or hydrogenated palm oil differentially modulate milk fat secretion and

composition in cows and goats: A comparative study. *Journal of Dairy Science*, 101(9),

8429–8445. <https://doi.org/10.3168/jds.2018-14483>

Franco, D. (2016). Aplicaciones de Aceites y Grasas. *Alimentos Argentinos MINAGRI*, 1–6.

Retrieved from www.alimentosargentinos.gob.ar

Fretts, G; Mozzafarian, D; Siscovick, D. (2018). *Ácidos grasos saturados vs ácidos grasos trans:*

Efectos diferenciados en nutrición y salud pública. Retrieved from

<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs355/es/>

Fuentes, M. (2009). *Modificación del perfil de ácidos grasos de la leche a través de la*

manipulación nutricional en vacas lecheras: el papel del rumen. Retrieved from

<http://infolactea.com/wp-content/uploads/2017/04/mcfa1de1.pdf>

GAD Tumbaco. *Gobierno Autónomo Descentralizado de la Parroquia Rural de Tumbaco.* ,

(2019).

- Gagliostro, G. A., Antonacci, L. E., Daiana Pérez, C., Rossetti, L., Carabajal, A., & Gagliostro, G. A. (2018). Improving the Quality of Milk Fatty Acid in Dairy Cows Supplemented with Soybean Oil and DHA-Micro Algae in a Confined Production System. *Agricultural Sciences*, 9, 1115–1130. <https://doi.org/10.4236/as.2018.99078>
- Girón, J. E. P., Restrepo, M. L. P., & Fornaguera, J. E. C. (2016). Supplementation with corn oil and palm kernel oil to grazing cows: Ruminal fermentation, milk yield, and fatty acid profile. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 45(11), 693–703. <https://doi.org/10.1590/S1806-92902016001100008>
- Godinez, G., & Perez, L. (2017). Food myths and their impact on human health. *Medicina Interna de México*, 33(3), 392–402. Retrieved from http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0186-48662017000300392&script=sci_abstract&tlng=en
- Gómez-Cortés, P., Cívico, A., de la Fuente, M. A., Sánchez, N. N., Blanco, F. P., & Marín, A. L. M. (2019). Short term evolution of nutritionally relevant milk fatty acids of goats fed a cereal-based concentrate enriched with linseed oil. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 51, 107–113. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ifset.2018.03.020>
- González, G., Molina, B., & Coca, R. (2010). *Calidad de la leche cruda*. Retrieved from https://www.uv.mx/apps/agronomia/foro_lechero/Bienvenida_files/CALIDADDELALECHECRUDA.pdf
- Griinari, J., Dwyer, D., McGuire, M., Bauman, E., Palmquist, D., & Nurmela, K. (1998). Trans-Octadecenoic Acids and Milk Fat Depression in Lactating Dairy Cows. *Journal of Dairy*

Science, 81(5), 1251–1261. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(98\)75686-3](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(98)75686-3)

Herrera, M., Flores, M., Pámanes, G., Rosales, O., & Pachecho, J. (2015). *Metodología para la extracción, identificación y cuantificación de ácidos grasos en la dieta y leche de cabras*.

México, D.F: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias.

Huilcarema, A. (2019). *Insights de neuromarketing en el consumo de leche en los supermercados en la ciudad de Riobamba, año 2018*. (Escuela Superior Politécnica de Chimborazo).

Retrieved from <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/10118/1/42T00486.pdf>

Instituto ecuatoriano de normalización 9:2012, N. I. (2012). *Leche Cruda. Requisitos*. Quito.

Kargar, S., Ghorbani, G. R., Khorvash, M., Kahyani, A., Karimi-Dehkordi, S., Safahani-

Langarudi, M., ... Schingoethe, D. J. (2017). Milk fat secretion in Holstein dairy cows:

Insights from grain type and oil supplement. *Livestock Science*, 196, 36–41.

<https://doi.org/10.1016/j.livsci.2016.12.010>

Kouba, J. M., Burns, T. A., & Webel, S. K. (2019). Effect of dietary supplementation with long-chain n-3 fatty acids during late gestation and early lactation on mare and foal plasma fatty acid composition, milk fatty acid composition, and mare reproductive variables. *Animal Reproduction Science*, 203(November 2018), 33–44.

<https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2019.02.005>

Kumar, A., Angad, P., Singh, J., & Angad, H. (2018). Effect of Supplementing Bypass Fat on Milk Yield, Milk Composition and Chemical Parameters of Ghee in Crossbred Cows.

Article in International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences, 2604–2609.

<https://doi.org/10.20546/ijcmas.2018.710.302>

- Lanuza, F., & Carvajal, A. (2016). Perfil de ácidos grasos de la leche de vaca y productos lácteos - Engormix. *Manuales INIA Chile*, 1–8. Retrieved from <https://www.engormix.com/ganaderia-leche/articulos/perfil-acidos-grasos-leche-t31735.htm>
- Lopes, J. C., Harper, M. T., Giallongo, F., Oh, J., Smith, L., Ortega-Perez, A. M., ... Hristov, A. N. (2017). Effect of high-oleic-acid soybeans on production performance, milk fatty acid composition, and enteric methane emission in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 100(2), 1122–1135. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-11911>
- Macedo, F. L., de Souza, J., Batistel, F., Chagas, L. J., & Santos, F. A. P. (2016). Supplementation with Ca salts of soybean oil interacts with concentrate level in grazing dairy cows: milk production and milk composition. *Tropical Animal Health and Production*, 48(8), 1585–1591. <https://doi.org/10.1007/s11250-016-1131-5>
- Machado, H. V. N., Pereira, J. C., Bettero, V. P., Leonel, F. de P., Araújo, R. P., Moreira, L. M., ... Zervoudakis, J. T. (2017). Influence of lipid supplementation on milk components and fatty acid profile. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 46(12), 910–916. <https://doi.org/10.1590/S1806-92902017001200006>
- Macho, S. (2002). *Metodologías analíticas basadas en espectroscopia de infrarrojo y calibración multivariante. Aplicación a la industria petroquímica*. Universitat Rovira I Virgili, Tarragona.
- Mahdavi, A., Mahdavi, A., Darabighane, B., Mead, A., & Lee, M. R. F. (2019). Effects of soybean oil supplement to diets of lactating dairy cows, on productive performance, and milk fat acids profile: a meta-analysis. *Italian Journal of Animal Science*, 18(1), 809–819.

<https://doi.org/10.1080/1828051X.2019.1585211>

Mallqui, L. (2015). *Métodos para el análisis físicoquímico de la leche y derivados lácteos*.

Retrieved from <https://luisartica.files.wordpress.com/2011/11/metodos-de-analisis-de-leche-2014.pdf>

Manouchehri, R., Saharkhiz, M. J., Karami, A., & Niakousari, M. (2018). Extraction of essential oils from damask rose using green and conventional techniques: Microwave and ohmic assisted hydrodistillation versus hydrodistillation. *Sustainable Chemistry and Pharmacy*, 8, 76–81. <https://doi.org/10.1016/j.scp.2018.03.002>

Marín, M. P., Meléndez, P. G., Aranda, P., & Ríos, C. (2017). *Conjugated linoleic acid content and fatty acids profile of milk from grazing dairy cows in southern Chile fed varying amounts of concentrate*. 45–59. <https://doi.org/10.1080/09712119.2016.1277729>

Martínez Marín, A., Gómez-Cortés, P., Pérez Alba, L., Juárez, M., Gómez Castro, A., Pérez Hernández, M., & De la Fuente, M. (2013). Adición de aceites vegetales a la dieta de cabras lecheras : efecto sobre el contenido de ácidos grasos de la grasa láctea. *Archivos de Medicina Veterinaria*, 45(3), 1–10.

Meléndez, P. (2015). *Suplementación de grasas en la alimentación de vacas lecheras*. Retrieved from <http://www.elmercurio.com/Campo/Noticias/Analisis/2015/01/21/Suplementacion-de-grasas-en-la-alimentacion-de-vacas-lecheras.aspx?disp=1>

Mesa, M., Aguilera, C., & Gil, A. (2006). Importancia de los lípidos en el tratamiento nutricional de las patologías de base inflamatoria. *Nutrición Hospitalaria*, 30–43.

Mobeen, A., Riaz, M., & Yaqoob, M. U. (2017). Effect of By-pass Fat Supplementation on the

- Performance of Sahiwal Dairy Cows. *International Journal of Agriculture & Biology*, 19, 423–426. <https://doi.org/10.17957/IJAB/15.0231>
- Mojica, E., Castro, E., Carulla, J., & Lascano, C. (2019). Perfil lipídico en leche de vacas en pastoreo de gramíneas en el trópico seco colombiano. *Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria*, 30(2), 497–515. Retrieved from <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6963218>
- Morales, E., Domínguez, A., Mejía, A., Cruz, G., Jiménez, J., & Vieyra, R. (2018). Efecto del tipo de alimentación sobre la composición de ácidos grasos en leche de vaca. *AGROProductividad*, 11(11), 21–27.
- Moscoso, A., & Palacios, T. (2016). *Influencia de la grasa bypass sobre el reinicio de la ciclicidad de las vacas lecheras de la parroquia Victoria del Portete*. Retrieved from <http://dspace.ucuenca.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/25528/1/Tesis.pdf.pdf>
- National Research Council. (1981). Nutrient Requirements of Domestic Animals. In National Academy Press (Ed.), *Nutrient Requirements of Domestic Animals* (Second edi). <https://doi.org/10.17226/20679>
- Nguyen, Q. V., Le, H. V., Nguyen, D. V., Nish, P., Otto, J. R., Malau-Aduli, B. S., ... Malau-Aduli, A. E. O. (2018). Supplementing dairy ewes grazing low quality pastures with plant-derived and rumen-protected oils containing eicosapentaenoic acid and docosahexaenoic acid pellets increases body condition score and milk, fat, and protein yields. *Animals*, 8(12). <https://doi.org/10.3390/ani8120241>
- Núñez, A., Elorza, P., & Rentarías, I. (2015). Efecto de tres suplementos proteicos sobre la

ganancia de peso en becerros cebú/suizo que pastan en Zacate Estrella de África (*Cynodon plectostachyus*). *Revista UDO Agrícola*, 5(1), 103–106. Retrieved from <http://bioline.org.br/pdf?cg05014>

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura - FAO. (2019).

Producción y productos lácteos: Composición de la leche. Retrieved October 30, 2019, from <http://www.fao.org/dairy-production-products/products/composicion-de-la-leche/es/>

Patiño, E., Létora, J., Villordo, G., Valenzuela, K., & Sánchez, M. (2017). Perfil de ácidos grasos en leche de búfalas alimentadas con pastura natural y suplementadas con aceites de girasol y pescado. *Revista Veterinaria*, 28(1), 19–26. Retrieved from <http://revistas.unne.edu.ar/index.php/vet/article/view/1292/1071>

Patton, R. S., Sorenson, C. E., & Hippen, A. R. (2004). Effects of dietary glucogenic precursors and fat on feed intake and carbohydrate status of transition dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 87(7), 2122–2129. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(04\)70031-4](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(04)70031-4)

Rendón, M., & Orozco, L. (2015). *Estandarización y verificación de la determinación de colesterol en leche y sus derivados por cromatografía de gases-FID* (Vol. 22). Universidad Tecnológica de Pereira.

Rivera, J., Cuartas, A., Naranjo, F., Tafur, O., Hurtado, A., Arenas, F., ... Murgueitio, E. (2015). Effect of an intensive silvopastoral system (iSPS) with *Tithonia diversifolia* on the production and quality of milk in the Amazon foothills, Colombia. *Livestock Research for Rural Development*, 27, 1.10. Retrieved from <http://www.lrrd.org/lrrd27/10/rive27189.html>

Rocha, J. ; G. F. (2018). *Efecto de la relación entre la cantidad de balanceado y producción de*

leche en vacas de segundo tercio de lactancia. Universidad Central del Ecuador.

Rodríguez, M., Tovar, A., Del Prado, M., & Torres, N. (2015). Mecanismos moleculares de acción de los ácidos grasos poliinsaturados y sus beneficios en la salud. *Revista de Investigacion Clinica*, 57(3), 457–472. <https://doi.org/10.1007/s00535-010-0267-8>

Rojas, J. (2008). Uso del aceite de palma (*Elaeis guineensis*) como fuente energética en la alimentación de bovinos de engorda en corral. *Portal Veterinario*. Retrieved from <https://www.portalveterinaria.com/rumiantes/articulos/2874/uso-del-aceite-de-palma-elaeis-guineensis-como-fuente-energetica-en-la-alimentacion-de-bovinos-de-engorda-en-corral.html>

Romano, J. (2016). Grasa en la alimentación de rumiantes, más allá de su valor energético. *VII Congreso Latinoamericano de Nutrición Animal – CLANA*. Retrieved from <https://www.engormix.com/ganaderia-carne/articulos/grasa-alimentacion-rumiantes-mas-t40062.htm>

Romero, A., & Urbizo, U. (2017). *Optimización en la producción de ácidos linoleicos conjugados en la leche, mediante manipulación del alimento balanceado para vacas Jersey*. Retrieved from <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/5983/1/AGI-2017-046.pdf>

Saborío, A. (2011). Factores que influyen el porcentaje de sólidos totales de la leche. *ECAG*, Nro 56, 70–73.

Salas, J., Romero, M., & Villarino, A. (2015). *Consenso Sobre Las Grasas Y Aceites En La Alimentación*. Retrieved from http://www.fesnad.org/pdf/Consenso_sobre_las_grasas_y_aceites_2015.pdf

- Sanhueza, J., Durán, S., & Torres, J. (2015). Los ácidos grasos dietarios y su relación con la salud. *Nutr Hosp*, 32(3), 1362–1375. <https://doi.org/10.3305/nh.2015.32.3.9276>
- Schettino, B., Gutiérrez, R., Vega, S., Escobar, A., Pérez, J., & González, M. (2018). Composición láctea y perfil de ácidos grasos en leche de cabra de Guanajuato, México Milk composition and fatty acid profile in goat milk from Guanajuato, Mexico. *Revista de Salud Animal*, 40, 24–47. Retrieved from <http://opn.to/a/JBTqr>
- Schlimme, E., Buchheim, W., & López, P. (2002). *La leche y sus componentes : propiedades químicas y físicas* (ACRIBIA, Ed.). Zaragoza: Acribia Editorial.
- Segura, A. (2018). *Evaluación de los niveles de consumo de leche de ganado vacuno en el cantón Riobamba, provincia de Chimborazo período 2017*. Retrieved from <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/9286/1/20T01114.pdf>
- Shiel, W. (2018). Medical Definition of Fatty acids. *Medicine Net*. Retrieved from <https://www.medicinenet.com/script/main/art.asp?articlekey=15387>
- Singh, A., Nayak, S., Baghel, R., Khare, A., Malapure, C. D., Thakur, D., ... Singh, B. P. (2018). Dietary manipulations to alter milk fat composition. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 6(2), 176–181.
- Singh, M., & Roy, A. (2015). Augmentation of Milk Production by Supplementing Bypass Fat in Dairy Animals. *Asian Journal of Animal and Veterinary Advances*, 476–488. <https://doi.org/10.3923/ajava.2015.476.488>
- Stamm, M. (2015). *Effects of different microalgae supplements on fatty acid composition, oxidation stability, milk fat globule size and phospholipid content of bovine milk*.

- Steele, W., Noble, R. C., & Moore, J. H. (1971). The effects of 2 methods of incorporating soybean oil into the diet on milk yield and composition in the cow. *Journal of Dairy Research*, 38(1), 43–48. <https://doi.org/10.1017/S0022029900013662>
- Torres, C., Ortega, M., Rojas, D., Betancour, J., & Leal, L. (2017). *Identificación de ácidos grasos y compuestos fenólicos de los aceites extraídos a partir de semillas de Ulex europaeus*. 7.
- Torres, X. (2018). *Estudio de la producción de la industria láctea del cantón Cayambe en el período 2009-2015* (Universidad Andina Simón Bolívar). Retrieved from <http://repositorio.uasb.edu.ec/bitstream/10644/6052/1/T2544-MAE-Torres-Estudio.pdf>
- Ureña, F. (2015). Lección 5. Digestión, absorción y metabolismo de los lípidos en monogástricos y rumiantes. Retrieved October 27, 2019, from <https://www.uco.es/zootecniaygestion/menu.php?tema=154>
- Valenzuela, A. B., & Nieto, S. K. (2013, April 1). Ácidos grasos omega-6 y omega-3 en la nutrición perinatal: Su importancia en el desarrollo del sistema nervioso y visual. *Revista Chilena de Pediatría*, Vol. 74, pp. 149–157. <https://doi.org/10.4067/s0370-41062003000200002>
- Valenzuela, A., & Sanhueza, J. (2009). Aceites de origen marino; su importancia en la nutrición y en la ciencia de alimentos. In *Rev Chil Nutr* (Vol. 36).
- Valenzuela, R., Tapia, G., González, M., & Valenzuela, A. (2011). Ácidos grasos omega-3 (EPA y DHA) y su aplicación en diversas situaciones clínicas. *Revista Chilena de Nutrición*, 38(3), 356–367. <https://doi.org/10.4067/s0717-75182011000300011>

- Valenzuela, Rodrigo, Tapia, G., González, M., & Valenzuela, A. (2017). Ácidos grasos omega-3 (epa y dha) y su aplicación en diversas situaciones clínicas. In *Rev Chil Nutr* (Vol. 38). Retrieved from <https://scielo.conicyt.cl/pdf/rchnut/v38n3/art11.pdf>
- Vargas, E., Fehrmann, K., Íñiguez, G., Toro, P., & Garnsworthy, P. C. (2015). Short communication: Chemical composition, fatty acid composition, and sensory characteristics of Chanco cheese from dairy cows supplemented with soybean and hydrogenated vegetable oils. *Journal of Dairy Science*, 98(1), 111–117. <https://doi.org/10.3168/jds.2014-8831>
- Vargas, Einar, Íñiguez, G., Fehrmann, K., Toro, P., & Garnsworthy, P. C. (2015). Influence of fish oil alone or in combination with hydrogenated palm oil on sensory characteristics and fatty acid composition of bovine cheese. *Animal Feed Science and Technology*, 205, 60–68. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2015.04.013>
- Vieyra, R., Arriaga, C. M., Domínguez, I. A., Bórquez, J. L., & Morales, E. (2017). *Effect of soybean oil on the concentration of vaccenic and rumenic fatty acids in grazing cow milk*.
- Wattiaux, M., & Grummer, R. (2015). *Metabolismo de lípidos en las vacas lecheras*.
- Wiking, L., Løkke, M. M., Kidmose, U., Sundekilde, U. K., Dalsgaard, T. K., Larsen, T., & Feilberg, A. (2017). Comparison between novel and standard methods for analysis of free fatty acids in milk – Including relation to rancid flavour. *International Dairy Journal*, 75, 22–29. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2017.07.001>
- Zachut, M., Arieli, A., Lehrer, H., Livshitz, L., Yakoby, S., & Moallem, U. (2010). Effects of increased supplementation of n-3 fatty acids to transition dairy cows on performance and fatty acid profile in plasma, adipose tissue, and milk fat. *Journal of Dairy Science*, 93(12),

5877–5889. <https://doi.org/https://doi.org/10.3168/jds.2010-3427>

Zambrano, L. (2017). *Control de calidad en la densidad de la leche*. Retrieved from
http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/11461/1/INGA_ZAMBRANO_LUIS_FERNANDO.pdf

Anexos.

Anexo 1. Vacas pertenecientes a la Facultad de Ciencias Agrícolas de la UCE.



Foto: Los autores, 2020

Anexo 2. Recolección de la muestra de leche.



Foto: Los autores, 2020

Anexo 3. Envasado de muestras y traslado a 6 °C.



Foto: Los autores, 2020

Anexo 4. Cromatógrafo de Gases marca Bruker modelo EVOQ (GC-MS).

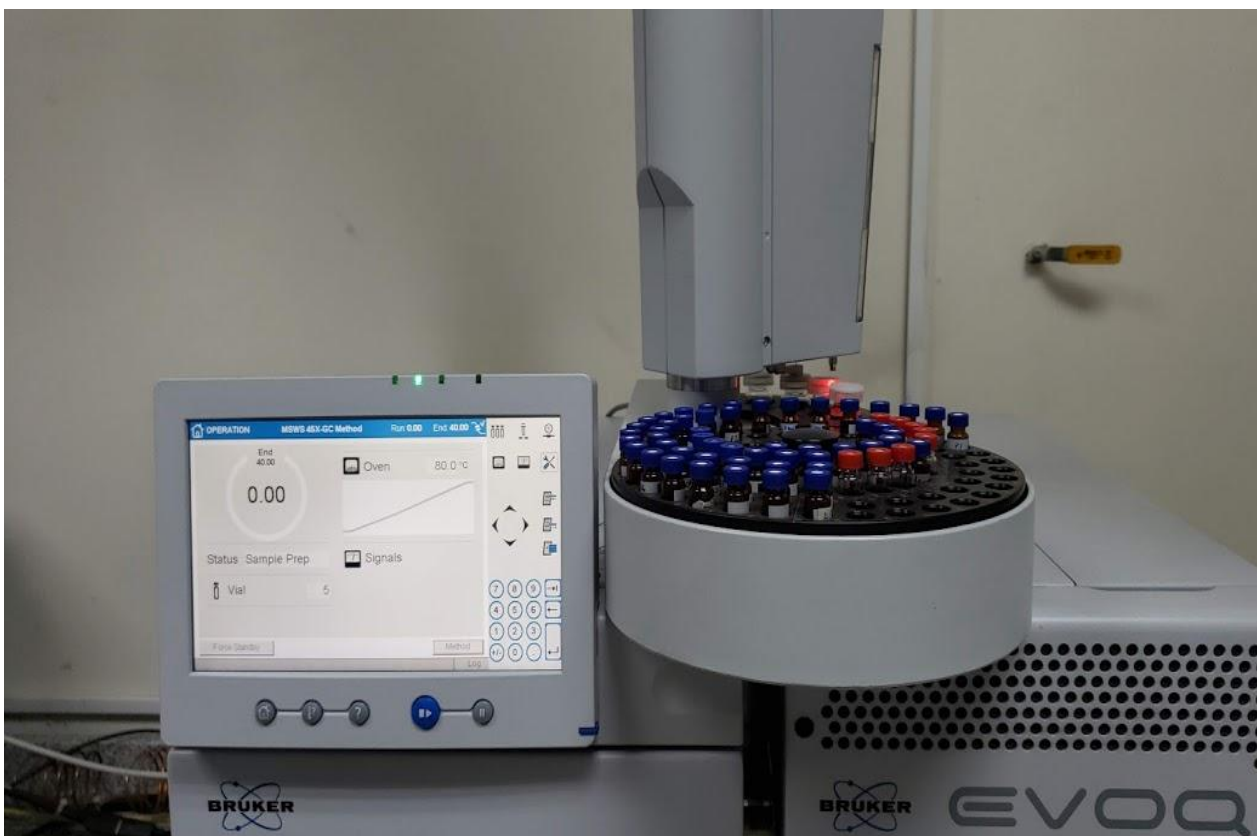


Foto: Los autores, 2020

Elaborado por: Laboratorio de Calidad de Leche Cayambe (2019)

70

Anexo 6. Filtración de la muestra de ácidos grasos con PVDF de 0.45 μm de diámetro.



Foto: Los autores, 2020

Anexo 7. Estándar utilizado, Supelco 37 Component FAME Mix de la marca Sigma-Aldrich.

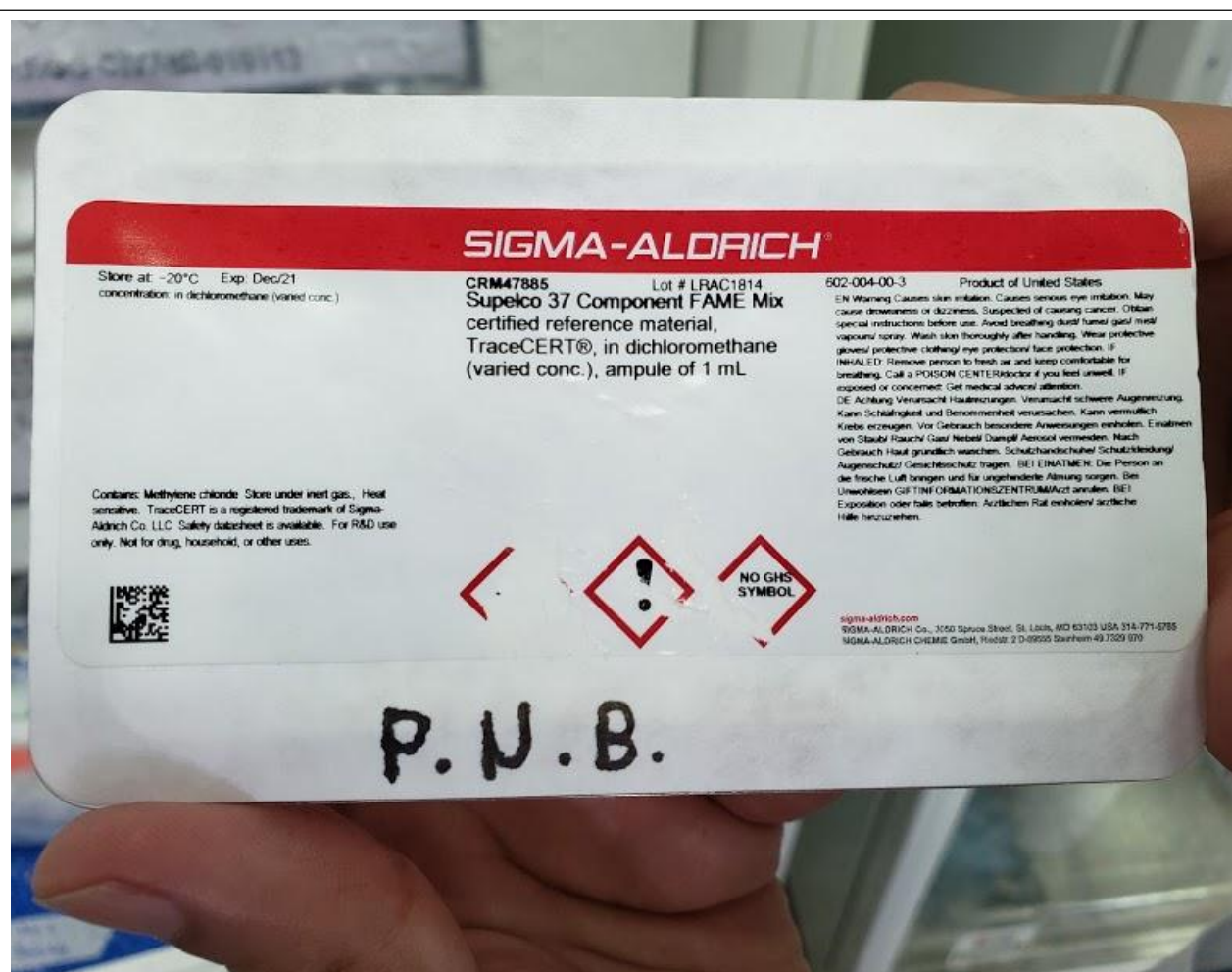
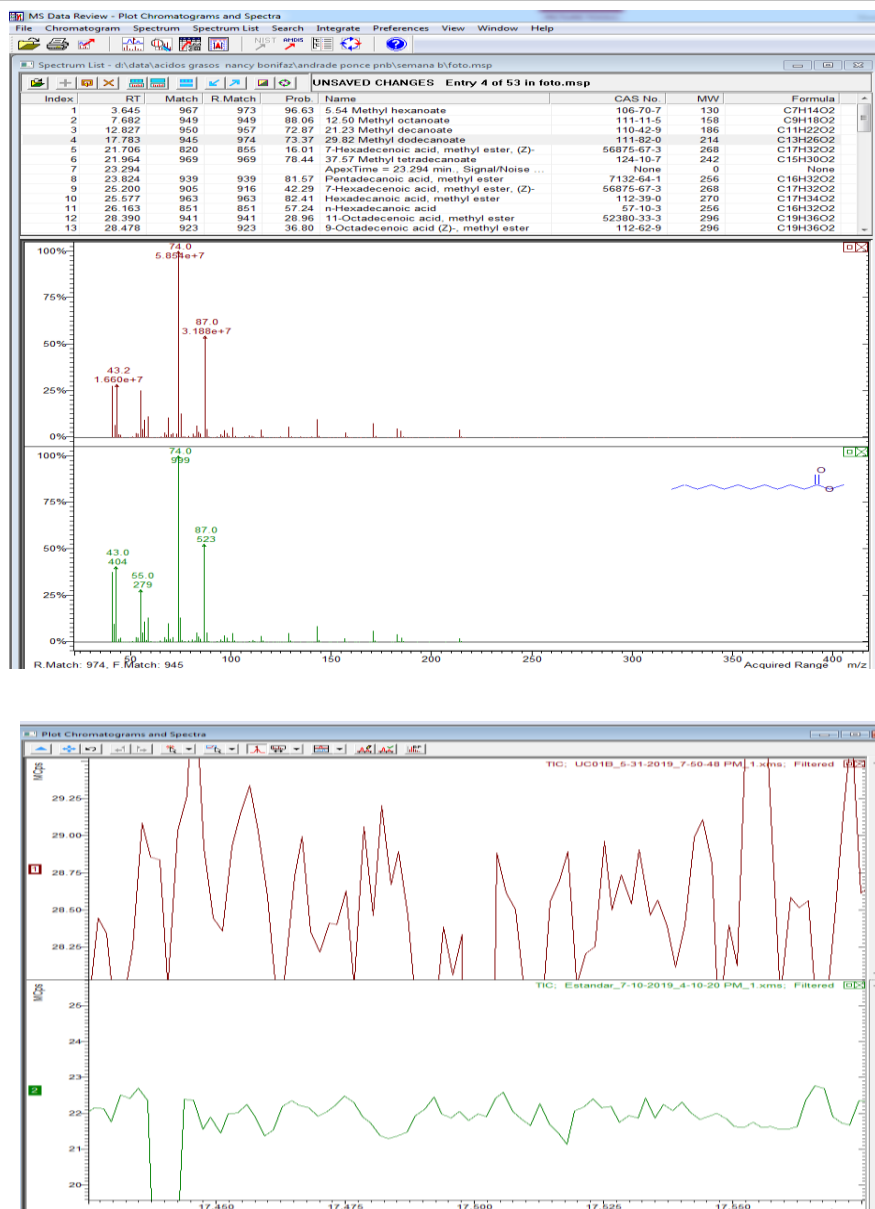


Foto: Los autores, 2020

Anexo 8. Software MS-Workstation de Bruker, para análisis de cromatogramas y comparación con librerías autenticadas.



Fuente: MS-Workstation de Bruker (2019)